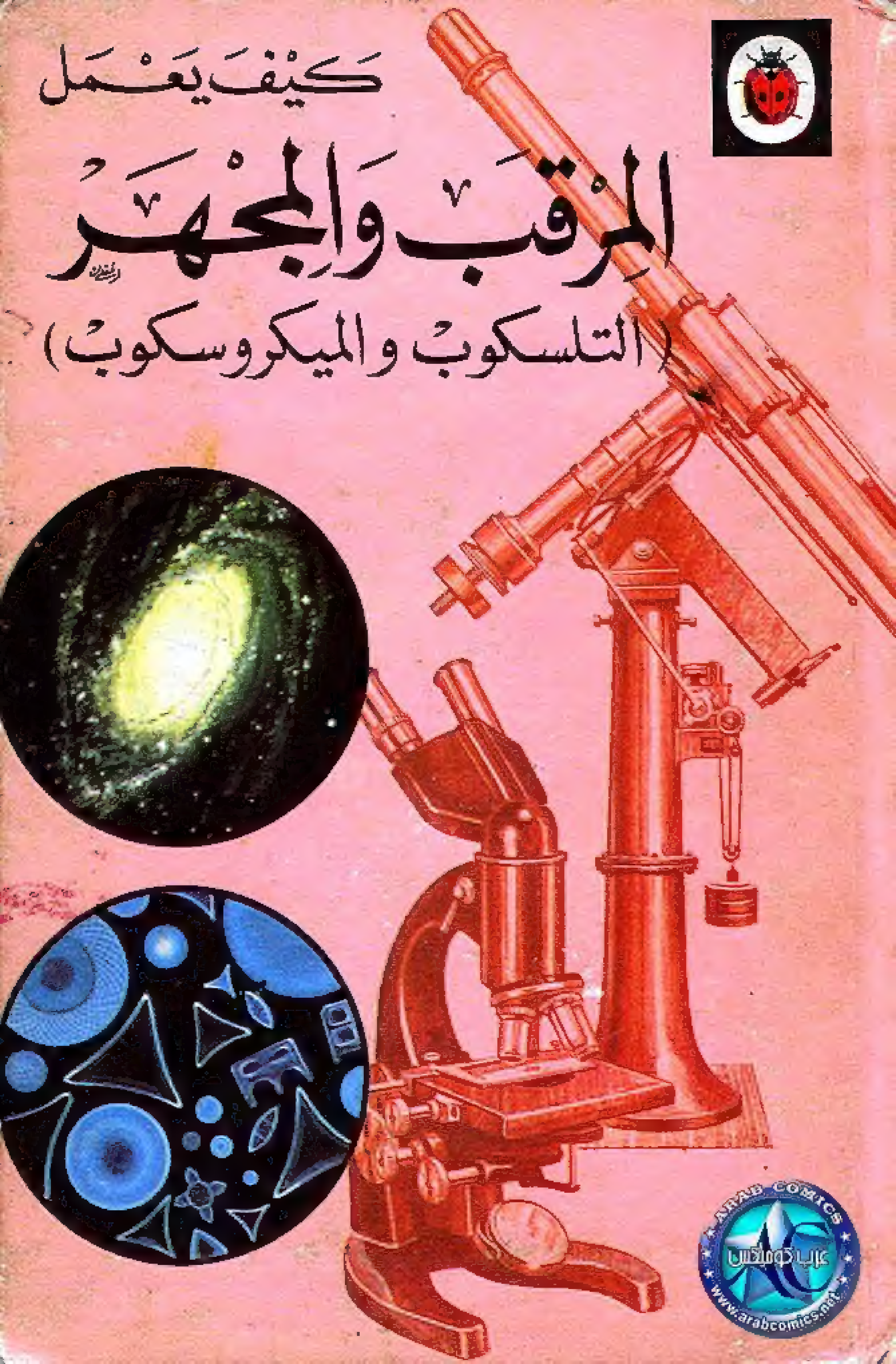
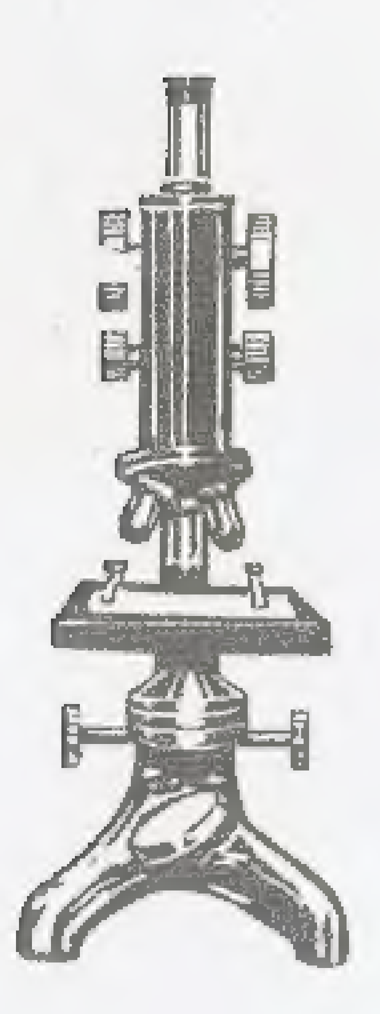


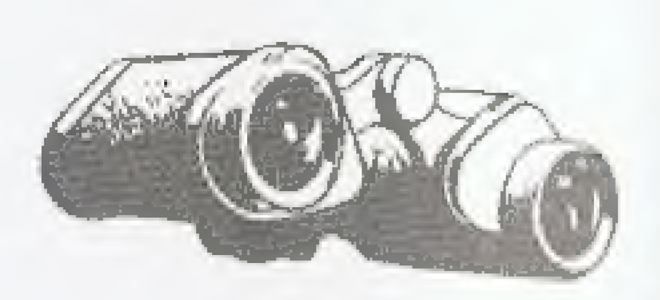
كَيْفَ يَعْمَل
المِرْقَب وَالمِجْهَر
(التلسكوبُ والميكروسكوبُ)
ARAB COMICS
عرب كوميكس
www.arabcomics.net



لعَلَّ العَدسَةَ الزُّجاجيَّةَ ، كأداةٍ بَصَرِيَّة ، فاقَت جَميعَ المُختَرعاتِ الأُخرى في تَعريفِ الإنسانِ بنَفْسِه وبالأشياء المُحيطَةِ به. ففي المِجهَرِ (الميكروسكُوب) والمِرقب (التِّلِسكوب) مَكَّنَتْنا العَدَسات مِن دراسةِ الخَلايا الدَّقيقَة في جِسْمِ الإنسانِ ومن تقَصِّي أشْكالِ الحياةِ المتنوعةِ الَّتي تَعجُّ بها نُقْطَةٌ من ماء البِرَك ومن مُلاحَظَةِ الحَراشِفِ البَديعةِ التَّكْوينِ على أَجنِحَةِ الفَراشات ، كمَا قَرَّبَت لَنا الأفلاكَ البعيدة وأطلعَتْنا على أَسْرارِ النُّجومِ والمَجرّاتِ.

وهذا الكِتابُ يَصِفُ لكَ بالشَّرح المُعَبِّر والصُّورِ الإيضاحيَّةِ تَركيبَ هاتَين الأداتَين الرَّائعتينِ وكَيفيَّةَ عمَلِهما.





كيف يعمل

المرقب والمجهر

(التلسكوب والميكروسكوب)

تأليف : روي ورثيل
نقله الى العربية : أحمد شفيق الخطيب
وضع الرسوم : ب. هـ. روبنسون

مكتبة لبنان

طبع في انكلترا
١٩٨٠

تَقَصّي ٱلعالَمَيْنِ – البَعيدِ والدَّقيق

إلى أيِّ مدًى يَمْتَدُّ بَصَرُكَ؟ إنَّ ٱلجوابَ على هذا ٱلسؤالِ، في الواقِعِ، يَعْتَمِدُ على ماهِيَّةِ ٱلشَّيءِ ٱلمَرئيِّ. فبٱستِطاعَتِكَ مثلاً إنْ كُنْتَ حادَّ ٱلبَصَرِ أن تَرى نُوراً كَهرُبائياً أو حتَّى لَهَبَ شَمْعَةٍ على مَدًى بضْعَةِ كِيلُومترات في لَيْلَةٍ ظَلْماء صافِيَةٍ شَرْطَ أن لا يَعْتَرِضَ سَبيلَه إلى عَيْنَيْكَ أيُّ حاجزٍ. وٱلشَّمْسُ جِسْمٌ باهِرُ السُّطوعِ وظاهِرٌ لِلْعِيانِ مع أنَّ بُعْدَ ٱلشَّمسِ عنَّا هو ١٤٩ مِليونَ كيلومِترٍ، لكِنْ حِرصاً على سَلامةِ عَيْنَيْكَ فإننا نَنْصَحُكَ بِعَدَمِ ٱلتطلُّعِ إلى الشَّمْسِ مُباشَرةً.

إنَّ أقْرَبَ ٱلنُّجومِ إلى الأرضِ هُوَ أبْعَدُ من ٱلشَّمْسِ بكَثيرٍ عنَّا، وٱلكَثيرُ من النُّجومِ التي نَراها بٱلعَيْنِ المُجَرَّدة يَستَغْرِقُ نُورُها مِئاتِ ٱلسِّنينَ ليَصِلَ الى أرضِنا. وإذا نَظَرْتَ إلى سَمْتِ القُبَّةِ السَّماوِيَّةِ في إحدى أُمسِيَّاتِ ٱلشِّتاءِ في ٱلنِّصفِ الشماليِّ من الكُرَةِ الأرضِيَّةِ فإنكَ تَرى مَجموعَةً من ٱلنُّجومِ تُعرَفُ بٱسمِ أندرُوميدا (المَرأة المُسَلْسَلَة). وبَيْنَ هذه ٱلمَجموعَةِ يلُوحُ ضَوْءٌ رَفيعٌ خافِتٌ آتٍ من تَجَمُّعِ ٱلأَشِعةِ ٱلضَّوئيَّةِ لمِئاتِ أُلوفِ ٱلمَلايينِ من ٱلنُّجومِ ٱلتي تؤلِّفُ ٱلمَجَرَّة ٱلمَعروفَةَ بأسمِ أندروميدا. إنَّ هذا الضوءَ يستَغرِقُ في مَسارِه إلى الأرض حَوالَى مِليونَيْ سَنَةٍ، وهذهِ ٱلمَجَرَّةُ هيَ أبْعَدُ جِسْمٍ في الكَونِ نَستَطيعُ رُؤيته بٱلعَينِ ٱلمُجَرَّدَة.

ونَستَطيعُ بأستِخدامِ ٱلتِلِسْكُوبِ رؤيَةَ أشْياءَ علَى أبْعادٍ أكثَرَ من ذلكَ بكَثيرٍ. أما ٱلميكروسكُوبُ فيَكْشِفُ لنا آفاقَ عالَمٍ آخَرَ مُختَلِفٍ تَماماً (ولكنَّه لَيسَ أقلَّ إثارَةً وأهمِيَّةً من عالَمِ الأفلاكِ الشاسِعِ) وهو عالَمُ الاشياءِ الدَّقيقَةِ ٱلتي لا تُرى بالعَينِ المُجَرَّدَةِ. في هذا الكتابِ سَنَتَقَصَّى هذَينِ العالَمَيْنِ كِلَيْهِما – العالَمَ الأكبَرَ ٱلشَّاسِعَ ٱلذي يَكْشِفُه لَنا ٱلتِلِسكُوب والعالَمَ ٱلأصغَرَ ٱلدَّقيقَ ٱلذي يَكْشِفُه لَنا ٱلميكروسكُوب.

مَجَرَّةٌ من ٱلنُّجُومِ
على بُعدِ ملايينِ السِّنينَ الضَّوئيَّة

عاكِسٌ نيُوتُنيّ
مُوَجَّهٌ لقياس زاوية
الارتفاع لِجرْمٍ فلكيّ

دياتومِيَّات طحلبيّة وحيدة الخليّة
في نُقطَة ماء



التِلِسكُوبات الأولى

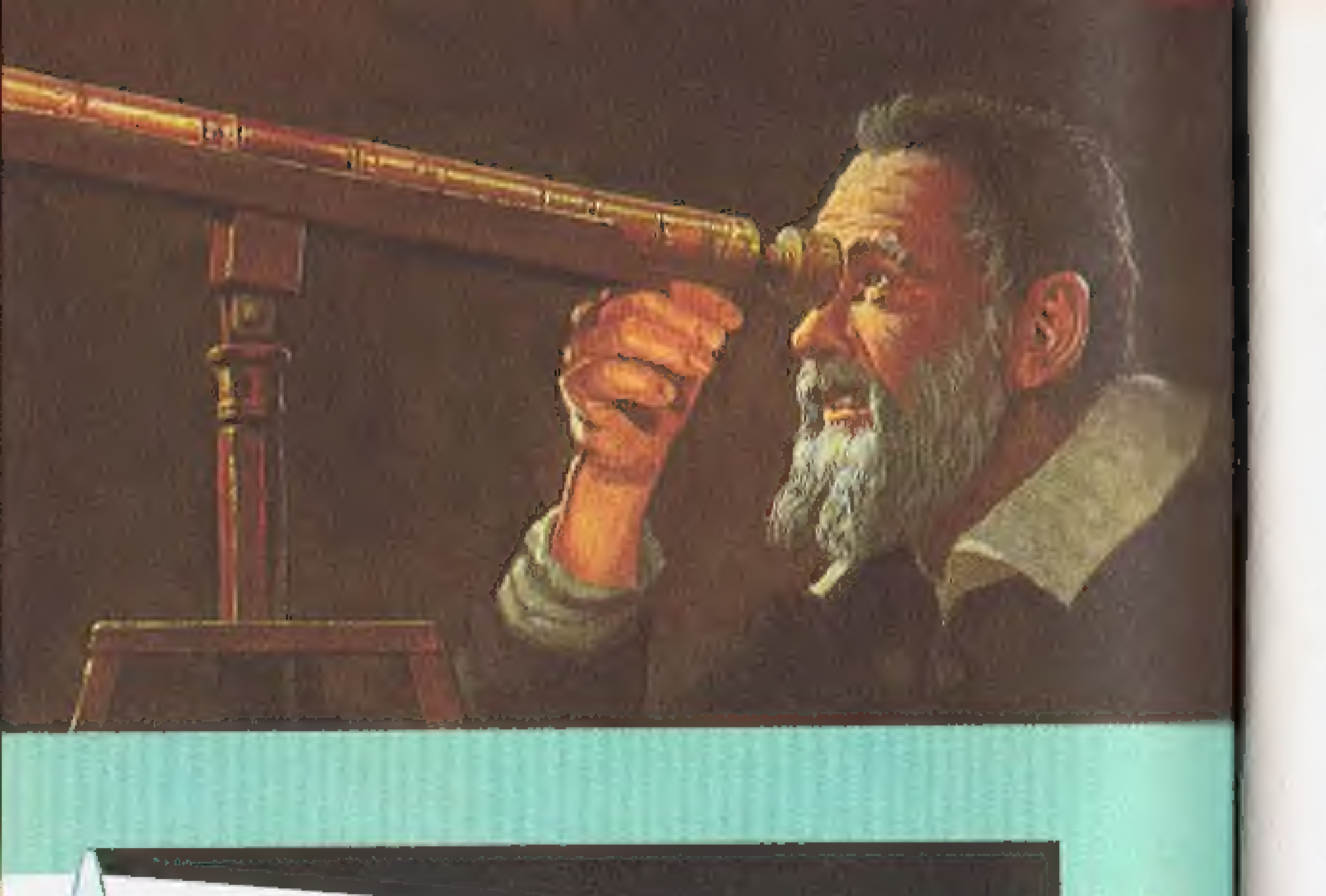
بَدأَ صُنعُ التِلِسكوباتِ الأُولَى حوالَى سَنة ١٦٠٨ ، ولا يُعرفُ بالتَحديد من الّذي صَنَعَ التِلِسكوبَ أوّلَ مَرَّة ، فَقد عُرِفَتِ العَدَساتُ الزُجاجيَّةُ واستُخدِمَت في صُنع النظّاراتِ قَبلَ هذا التاريخ ببِضعَةِ قُرون . ومن بَينِ الّذينَ أجروا تَجاربَ على المَرايا والعدَساتِ نَذكُر أبا الحسَنِ بنَ الهَيثَم (٩٦٥–١٠٣٩) ورُوجر بِيكُون (١٢١٠–١٢٩٤) ولِيُونارْد دِيڤِنْچِي (١٥١٠–١٥٥٥) .

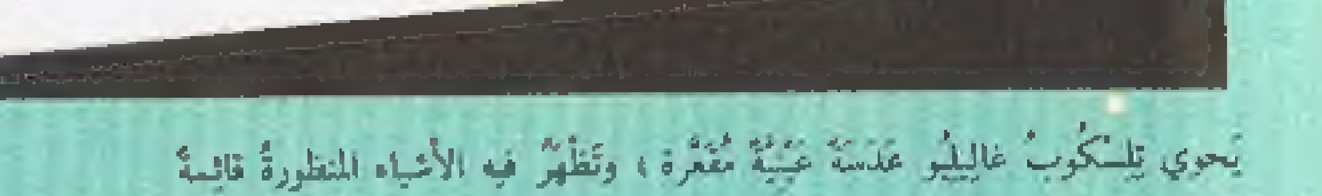
لكِنَّ الرأيَ السائِدَ هو أنَّ الفَضلَ في تَحقيقِ فِكرَةِ التِلِسكُوب يَعودُ إلى صانِعِ نظّاراتٍ هُولَنديٍّ اسمُهُ هانْز لِيبارْشِي ، مَعَ أنَّ مُواطِنَهُ وزميلَهُ في الحِرفَة زَكَريّا جانْسِن يَدَّعي لِنَفسِهِ الفَضلَ في ذلك . وقَدْ تَمَّ الاكتِشافُ على الأغلَبِ بِتَجربَةٍ بسيطَةٍ استُخدِمَتْ فيها عدَسَتانِ فَبدَتِ الأشياءُ البعيدةُ فَجأةً أقربَ وأوضَحَ – ومِثلُ هذا الاكتِشافِ بَيِّنُ الفائدةِ في وَقتِ الحَربِ إذْ يُمكِنُ من رَصْدِ العَدوِّ ومُراقَبتِه عن بُعْد .

إذا استَخدَمتَ عَدَسَةً مُحدَّبَةً بَسيطةً كَعَدَسَةٍ حارِقَةٍ لِتَجميعِ أشِعَةِ الشَمْس وتَركيزِ طاقَتِها الضَوئيَّةِ والحَراريَّةِ في بُقعَةٍ صَغيرةٍ ساطِعَةٍ (تُسمّى البُورة) فإنكَ في الحَقيقةِ تَحصُلُ على صُورةٍ مُصَغَّرةٍ جِداً لِلشَمسِ . والبُعدُ بينَ تلكَ البُقعَةِ الساطِعَةِ والعدَسَةِ يُسَمّى البُعدَ البُوريَّ لِلعَدَسَةِ .

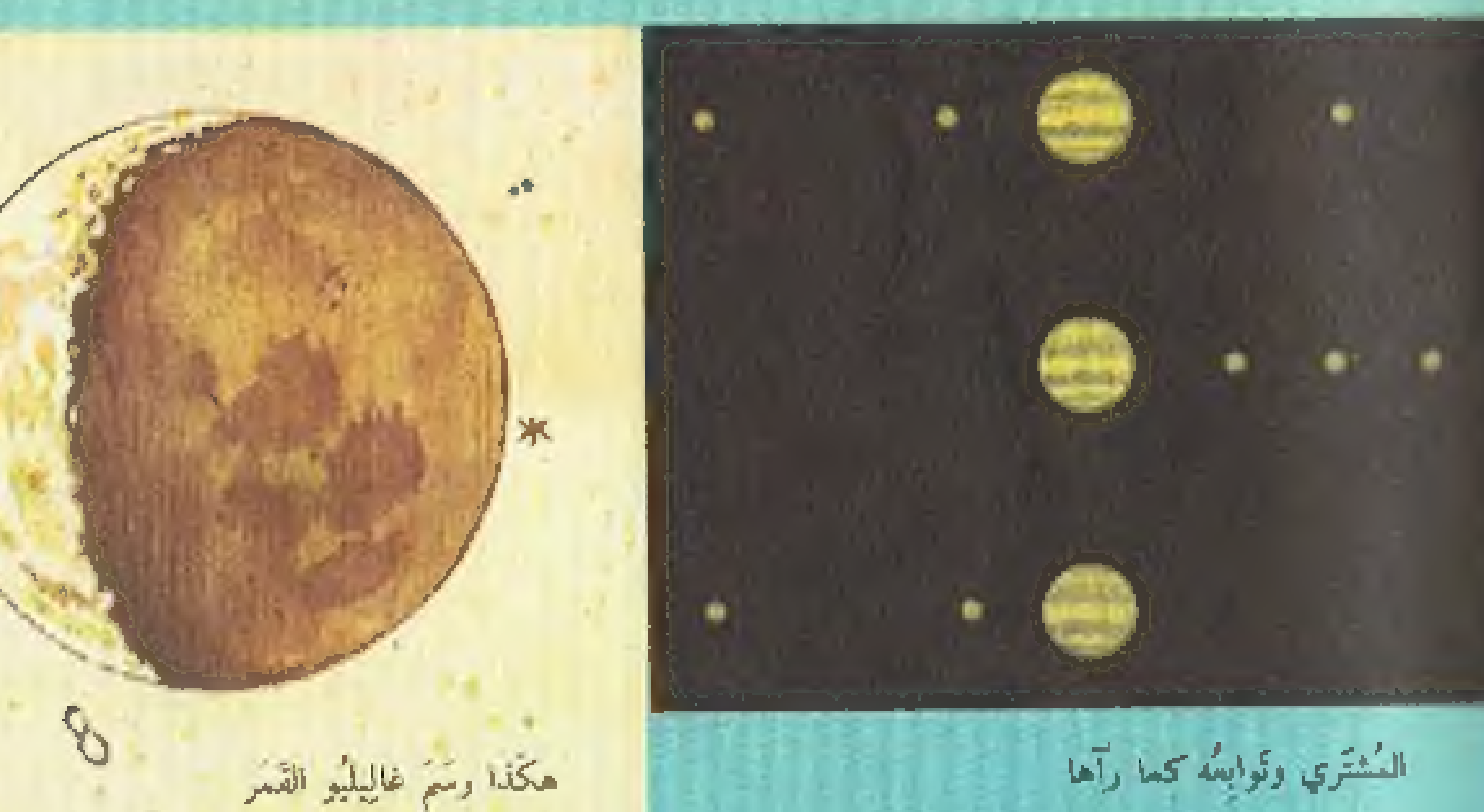
والصُورةُ المُكوَّنَةُ بهذه الطَريقَةِ يُمكِنُ تَكبيرُها بِعَدَسَةٍ أُخرى ذاتِ بُعدٍ بُوريٍّ أقصَرَ ، والطَّريقَةُ المُثلَى لِتحقيقِ ذلكَ تَتِمُّ بِتَركيبِ العَدَسَتَيْنِ في أُنْبوب .

كانَ بَعضُ التلِسكوباتِ الأُولَى طَويلاً جِداً ، وقد يَصِلُ إلى حَوالَى خَمسَةٍ وأربعينَ متراً وذلكَ لِتَفادِي التَقَزُّحِ اللَونيِّ الحاقيِّ لِلصُورة ، إذ إنَّ العدسَةَ البَسيطةَ عاجِزَةٌ عَنْ تَجْميعِ كُلِّ ألوانِ الطَيفِ الشَمْسِيِّ في بُورةٍ واحِدةٍ .





يَحوي تِلِسكوبُ غاليليو عدسَةً عَيْنيَّةً مُقعَّرة ، وتَظْهَرُ فيه الأشياء المنظورةُ قائمةً



المُشتري وتوابِعُه كما رآها غاليليو في ليالٍ مُختلِفَةٍ

هكذا رسَمَ غاليليو القمرَ كما بَدا له في مِرْقَبِهِ

غاليليو يكتشفُ السَّماء

انتَشَرَت أنباءُ الاختِراعِ الجَديدِ المُدهِشِ بِسُرعَةٍ خارجَ هولَندا ، إلى فَرَنسا وألمانيا وإيطاليا . وطَرَقَ الخَبَرُ أُذُنَي عالِمٍ رياضيٍّ إيطاليٍّ في البندُقيَّةِ اسمُهُ غاليليوُ غاليلي ، وهو يُعرَفُ عادةً باسمِهِ الأوَّل غاليليو ، وهو الذي سَمَّى تِلكَ الآلةَ البَصريَّةَ باسْمِ التِلِسكوب أي مِرْقَبِ الأشياء البَعيدة .

وباشَرَ غاليليو العَمَلَ لصُنعِ تلسكوبٍ لاستعمالاتِهِ الخاصّة ، فَصَنَعَ مِرقَباً يُكبِّرُ ثلاثَ مرّات . وكَمْ كانت دَهشَةُ نُبلاءِ البُندُقيَّةِ حينَما كانوا يتناوبونَ ، من شُرْفَةِ بُرجِ الكَنيسة ، النَّظَرَ إلى مَباني مَدينَتِهم وسُفُنِهم بِذلِكَ المِرْقَبِ العَجيب !

واستمرَّ غاليليو في تَجارِبِه لإنتاجِ مِرقَبٍ أقوى ، ونَجَحَ فعلاً في صُنعِ تِلِسكوبٍ يُكبِّرُ ثلاثينَ مرّةً . ولم يكد يتمُّ له ذلك في اوائل عام ١٦١٠ حتى بدأ يُوجِّه مِرقَبَه نحو القُبَّةِ السَّماويَّةِ ، فاكتَشَفَ كثيراً من الأشياء المُدْهِشَةِ والحقائقِ المُهِمّة .

رأى غاليليو سَطْحَ القَمَرِ وما يَعلوه من سَلاسِلَ جَبَليَّةٍ ووَهَداتٍ بُركانيةٍ كبيرةٍ وصَغيرةٍ . وبانَت لَهُ توابعُ كوكبِ المُشتري الأربَعَةُ الدائرةُ حولَهُ . ثُمَّ ظَهَرَ أنَّ لكوكَبِ الزُّهَرةِ السَّاطِعِ وَجْهاً هِلاليّاً كما لِلْقَمَر ، وأنَّ حولَ الكوكَبِ زُحَلَ أشياءَ غريبةً لم يُبيِّنْها تِلِسكوبُ غاليليو ، وتبيَّن بالمَراقِبِ الأفضلِ فيما بعدُ أنَّها مَجموعةٌ بديعةٌ من الحَلَقاتِ المُتَمَركِزَةِ حَولَ الكوكَبِ والدّائرةِ حولَه . أمّا الحُزْمَةُ الضوئيّةُ الباهِتَةُ عَبْرَ القُبَّةِ السماويّةِ والتي نَدعُوها دَرْبَ التَبّانَةِ أو سِكَّةَ اللَّبَنِ فَمَصْدَرُها مَجرَّةٌ تتألّفُ من أعدادٍ هائلةٍ مِنَ النُّجوم .

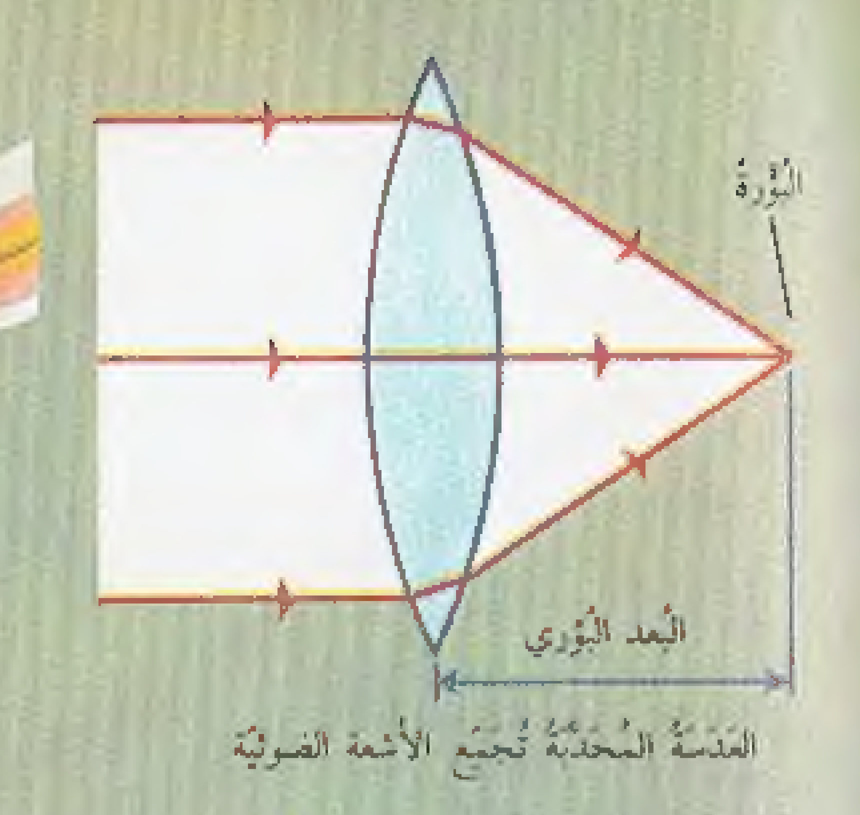
وَهكذا غَدا التِلِسكوبُ أداةً للاكتشاف والبَحْثِ العِلميِّ ولَيْسَ فَقَط سِلاحاً يُفيدُ مِنْهُ المُحارِبون .

العَدَسَةُ تُكَوِّن الصُّورة

إنَّ عَيْنَ الإنْسانِ تُشْبِهُ إلى حَدٍّ التِلِسْكُوبَ، وهيَ أيضاً تُشْبِهُ الكاميرا في طريقةِ عَمَلِها. ففي مُقَدِّمَتِها تُوجَدُ عَدَسَةٌ تَجْمَعُ الضَوءَ من الجِسمِ المَنْظُور فتُركِّزُهُ على الشَبَكِيَّةِ في مُؤَخِّرتِها. والشَبَكِيَّةُ في العَيْنِ تَعمَلُ كَسِتارةٍ حَسَّاسةٍ تتكوَّنُ عليها صُورةُ الجِسْمِ مَقلوبةً (كما في عدسةِ التِلِسكوب والكاميرا) ولكنَّنا نَراها مُعتدِلةً قائمةً لأنَّ الدِّماغَ يَعكِسُها بِطَريقةٍ عَجيبة.

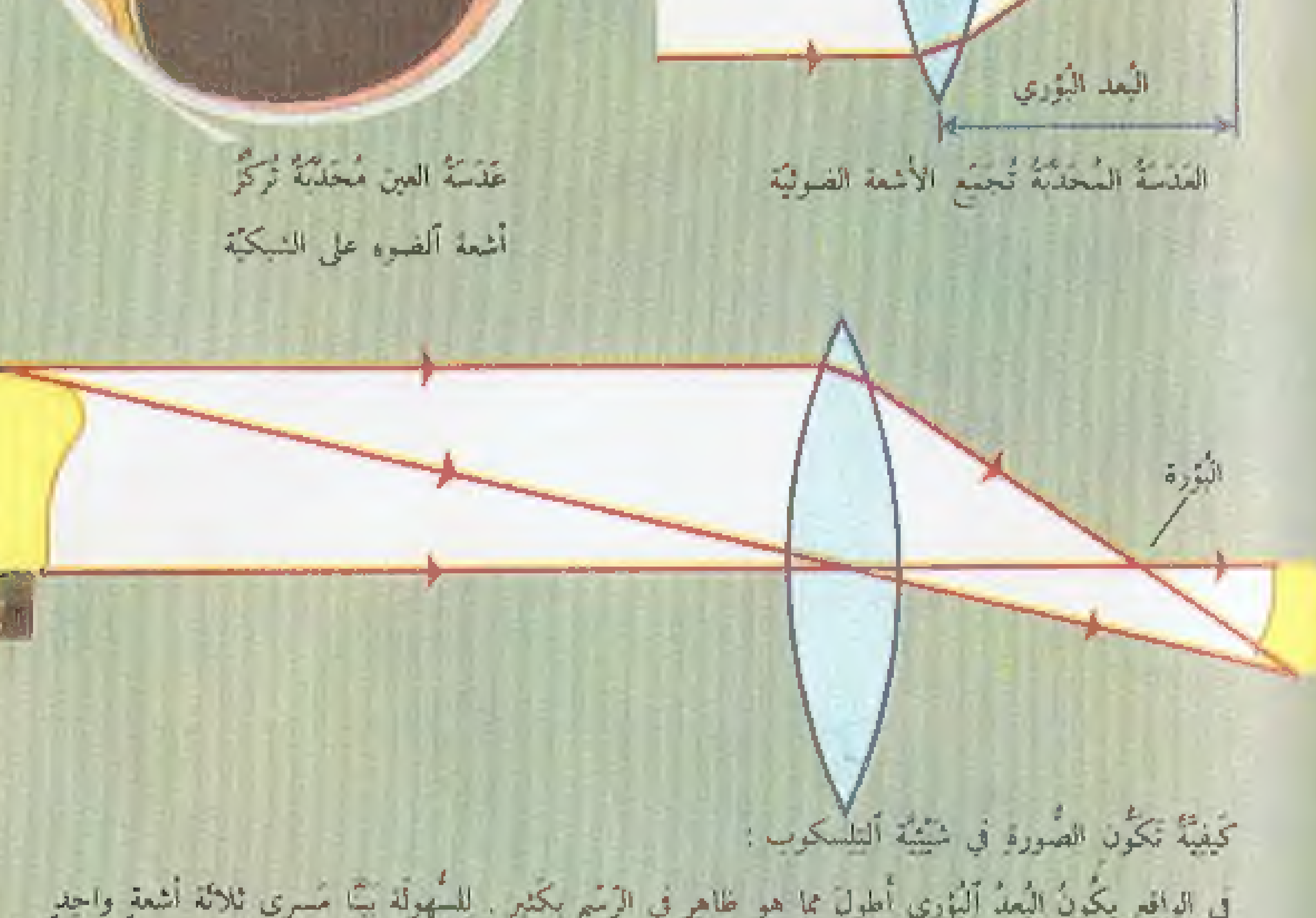
تُسَمَّى العَدَسَةُ الأمامِيَّةُ في التِلِسْكوب العَدَسَةَ الشَيْئِيَّةَ أو الشَيْئِيَّةَ فقط، وهيَ أكبَرُ مِن بُؤبُؤِ العينِ بكثير، لِذا تَجمَعُ ضَوءاً أكثرَ بكثير. فالشَيْئِيَّةُ التي قُطرُها خَمسَةُ سنتيمترات مثلاً تجمع من الضوء مِئَةَ مَرَّةٍ أكثرَ مِمّا تَستَقبِلُ منه العَيْنُ في الأحوال العادية. والضَوءُ المارُّ عَبْرَ شَيْئِيَّةِ التِلِسكوب ينكسِرُ ويُركَّزُ في بُؤرةٍ بُعدُها عن العَدَسَةِ يُساوي البُعْدَ البُؤريَّ لِلعَدَسَةِ — وفي هذه النُّقطة، كما رأينا سابقاً، تتكوَّنُ الصُّورةُ. فإذا تلقَّيتَ الأشِعَّةَ المُركَّزةَ في نُقطةِ البُؤرةِ من بصلَةِ (لَمبة) مِصباحٍ كهربائي بعيدةٍ على صَفحةِ وَرَقٍ بيضاء تَحصُلُ على صُورةٍ لِبَصَلَة المصباح مُسقَطَةً على سِتارةِ الوَرَق.

وفي التِلِسكوبِ أيضاً عَدَسَةٌ أصغَرُ من الشَيْئِيَّةِ وذاتُ بُعدٍ بُؤريٍّ أقصَرَ بكثير مركَّزةٌ على بُعدٍ يَزيدُ قليلاً جداً عن البُعدِ البُؤري لِلشَيْئِيَّةِ (أي خَلفَ بُؤرةِ الشَيْئِيَّة بقليل). هذه العدسةُ هي عَيْنِيَّةُ التلسكوب وهيَ، في هذا الوَضع، تُكَوِّنُ صُورةً مُكَبَّرةً لِلشَيءِ المَنظُور. ويظُنُّ البَعضُ أنَّ نِسبةَ التكبير هيَ أهَمُّ شيءٍ في التلسكوب وهذا غيرُ صحيح دائماً، فقد يَحتاجُ الفَلَكِيُّونَ خاصَّةً إلى استخدامِ عَدَساتٍ كبيرةٍ لِرُؤيةِ الأجسامِ الخافِتَةِ النُّورِ أو النائيَةِ البُعدِ التي تتعذَّرُ رؤيتُها بالعَدَسات الصغيرة، ولكنَّهم لا يلجأُونَ دائماً إلى استخدامِ قُوى التكبيرِ القُصوى.

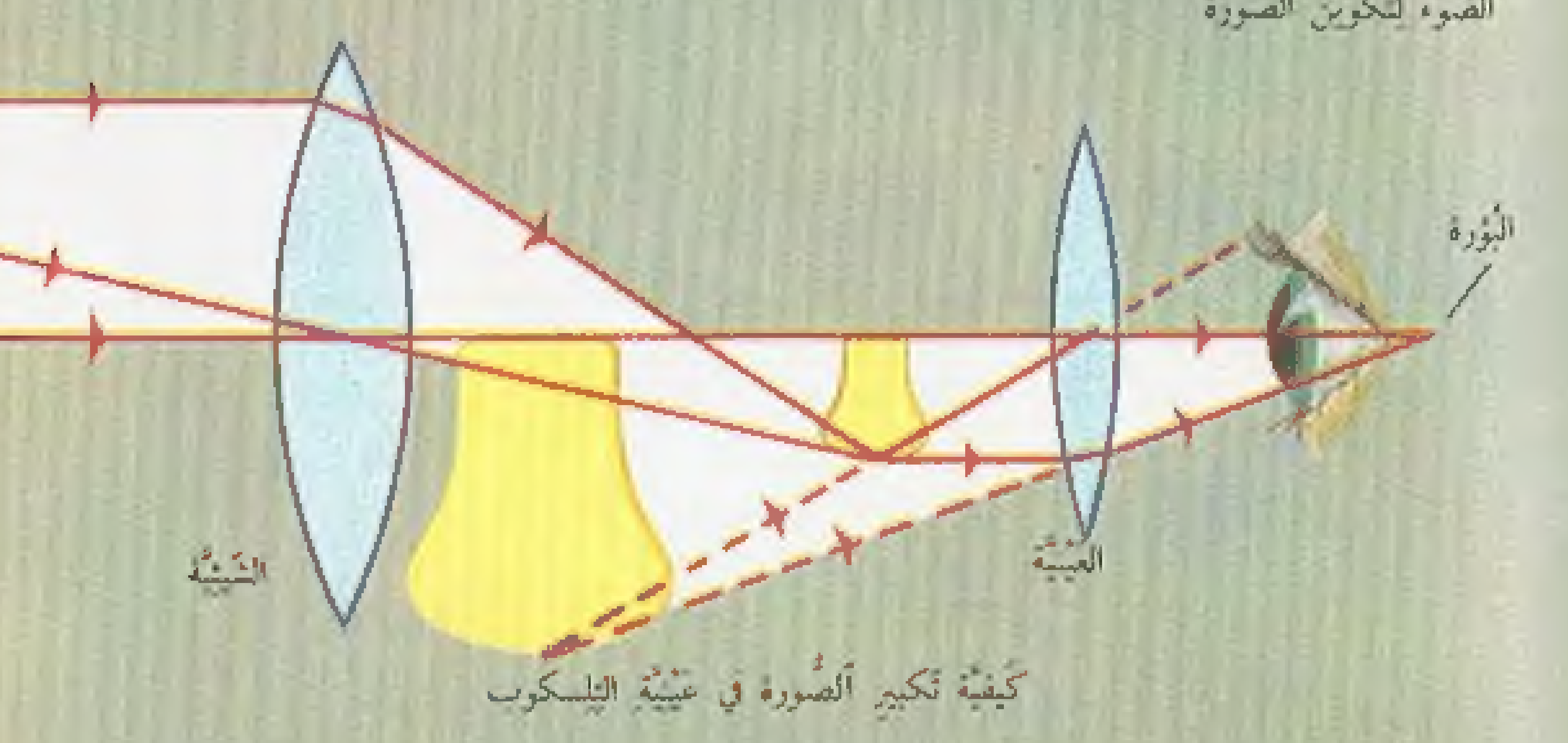


العَدَسَةُ المُحَدَّبَةُ تَجمَعُ الأشعةَ الضوئيّة

عَدَسَةُ العينِ مُحَدَّبَةٌ تُرَكِّزُ أشعةَ الضوءِ على الشبكيّة



كيفيّةُ تكوُّنِ الصُّورةِ في شَيْئِيَّةِ التِلِسكوب: في الواقع يكونُ البُعدُ البُؤري أطولَ مما هو ظاهر في الرَسْمِ بكثير. للسُّهولة بيّنّا مَسرى ثلاثة أشعةٍ واحِدٍ مُنطَبِق على محور العَدَسَة الرئيسيّ واثنين من أعلى بَصلة المصباح والحقيقة أنّ كُلَّ أقسام العَدَسة تتلقّى الضوء لِتكوين الصُّورة



كيفيّةُ تكبيرِ الصُّورةِ في عَيْنِيَّةِ التِلِسكوب



كيفَ تصنعُ تِلسكُوباً بَسيطاً

الآلاتُ البَصَريّةُ الجيّدةُ على اختلافِ أنواعِها غاليةُ الثَّمَن عادةً ، وذلك لأنَّ صُنعَها يَقتَضِي الكثيرَ مِنَ الدِقّةِ والمهارةِ في صُنعِ العَدَساتِ والمَوشوراتِ وسواها ثُمَّ تَركيبِها في مَواضِعِها الصحيحة. لكنْ بِوُسْعِكَ أنْ تَصنَعَ لِنفسِك مِرْقباً مِنْ مَوادَّ رَخيصَةٍ سَهْلَةِ التّناوُل بِحَيْثُ لا يَقِلُّ جُودَةً عن أفضَلِ ما استخدَمَهُ غاليليو من مَراقِبَ في إجراءِ اكتِشافاتِهِ الفَلَكيّةِ المَشهُورة. الأجزاءُ الرئيسيّةُ في تِلِسكُوبكَ هي عَدَستانِ مُحَدَّبتان مُختَلِفَتا البُعدِ البُؤريّ وأُنبوبانِ مَضبوطا التداخُلِ مِنَ الوَرَقِ المُقَوّى قُطْرُ أكبَرِهما يَزيدُ قليلاً عن قُطرِ العَدَسَةِ الشَيئيّة.

لِشَيئيّةِ التِلِسكُوب يُمكِنُ استخدامُ عَدَسَةٍ قُطرُها ٢،٥ سَنتيمتر وبُعدُها البُؤري ٣٠ سنتيمتراً (والأفضَلُ أن يكُونَ قُطرُ الشيئيّة ٥ سَنتيمترات وبُعدُها البُؤري مِن ٥٠ الى ٧٥ سنتيمتراً). رَكِّبْ هذهِ العَدَسَةَ في طَرَفِ الأُنبوب الكَبير على بُعدِ ٣ أو ٥ سَنتيمترات من نِهايَتِهِ ، ويُمكِنُ تَثبيتُها بِلَفِّ قِطَعٍ من أُنبوبٍ وَرَقيٍّ أصغَر حَولَ مُحيطِها. يَجِبُ أن يَكونَ طُولُ الأنبوبِ الأكبرِ حَوالَى ٨٠ سنتيمتراً أي بِزيادةِ ٣ إلى ٥ سَنتيمترات عَنْ طُولِ البُعدِ البُؤري المُحتَمَلِ لِلعَدَسَةِ الشَيئيّة.

أما العَدَسَةُ الصُّغرى ، وهي عَدَسَةُ التكبيرِ أو عَينيّةُ التِلِسكوب ، فتُرَكَّبُ قَريباً من أحَدِ طَرَفَي الأُنبوبِ الأصغَرِ الّذي طُولُه من ١٠ إلى ١٢ سنتيمتراً. وإذا كان البُعدُ البُؤري لِهذه العَدَسَةِ ٢،٥ سَنتيمتر فإنّ قُوّةَ تَكبيرِ التِلِسكُوب تكونُ ٣٠ (أو ثلاثينَ قُطراً كما يُقالُ أحياناً). ونَحصُلُ على هذا العَدَدِ بِقِسمَةِ البُعدِ البُؤريِّ لِلعَدَسَةِ الشَيئيّة (٧٥ سم) على البُعدِ البُؤري لِلعَدَسَةِ العَينيّة (٢،٥ سم). وإذا استخدَمْنا عَينيّةً بُعدُها البُؤري ٥ سَنتيمترات فإنّ قُوّة تَكبيرِ التِلِسكُوبِ تُصبِحُ ١٥ (أو خَمسَةَ عَشَرَ قُطراً) فقط ، لكِنَّ مَجالَ الرُّؤيةِ يَكونُ فيه حِينئذٍ أوسَعَ.

صُورة الشَّمْس مُسْقطَةً على مِتارة

القمر

المُشْتري ويَبْدو حوله ثلاثةٌ من أقماره

زُحَل

الزُّهَرة

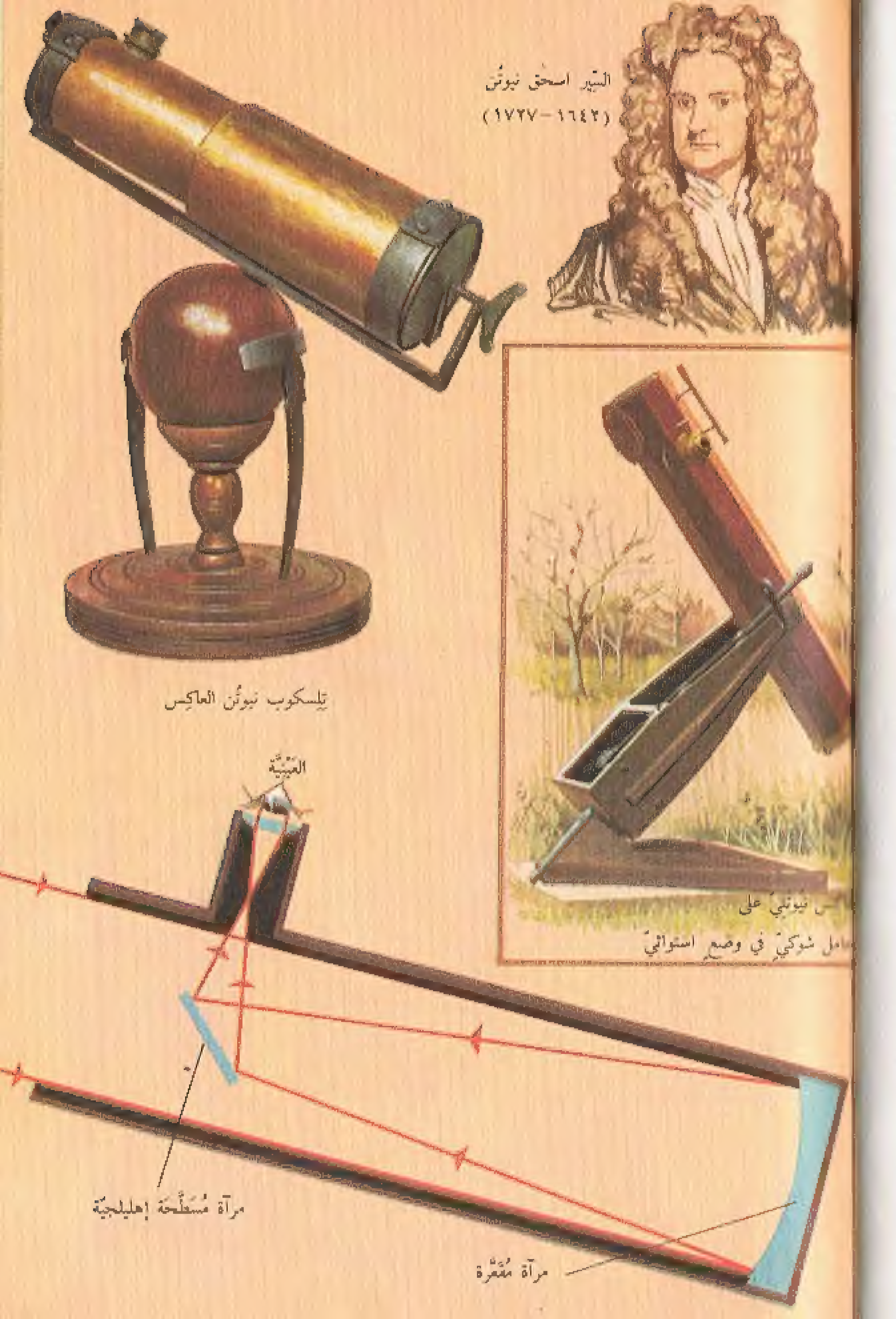
استخدامُ التِّلِسكوب

بَعد التأكُّدِ من حُسنِ أداءِ مِرقبِكَ ٱلّذي قُطْرُ شَيْئِيَّتِهِ خَمْسَةُ سَنتيمترات ، يَجْدُرُ بِكَ دِراسَةُ تأثيرِ تَقليصِ فُتْحَةِ ٱلعَدَسَةِ على هذا الأداء. وهذا يتِمُّ بتغطيةِ حافَّةِ ٱلعَدَسَةِ الخارجيَّةِ بِقِطْعَةِ وَرَقٍ سَوداءَ دائريّةٍ أو بِقِطْعَةِ كَرْتُونٍ تارِكاً ثُقْباً مَرْكَزِيّاً لِعُبورِ ٱلضَّوءِ قُطْرُه حوالى ٣,٥ سَنتيمتر . إنّ ذلِك لا بُدَّ وأن يُحَسِّنَ من حِدَّةِ ٱلصُّورةِ ووُضوحِ مَعالِمِها ، وكَذلك يُقلِّلُ مِن تأثيرِ ٱلتقزُّحِ اللوني. لكِنَّ هذا بالطَّبعِ سَيُقَلِّلُ من كَمّيّةِ الضَّوءِ ٱلمارِّ عَبْرَ العَدَسَةِ لأنَّ قِسماً من العَدَسَةِ قد تَغَطّى ؛ أمّا قُوَّةُ التكبيرِ فتَبْقى دُونَ تَغْيير .

ماذا يُريكَ التِّلِسكوب؟ إذا نَظَرْتَ إلى شَجَرةٍ (أو مَبْنى) فَسَتَراها مَقْلوبَةً . ولِرُؤيتِها قائمةً يَنْبَغي إضافَةُ عَدَسَةٍ عادِلَةٍ (أو مَوشورٍ) بَيْنَ ٱلشَيئيَّة والعَينيَّةِ في المِرْقَب. وهذا غَيرُ ضَروريّ حِينَما نُراقِبُ الأجرامَ السماويَّةَ ، خاصَّةً أنَّ العَدَسَةَ ٱلزائِدَةَ تَمتَصُّ قِسماً من الضَّوء .

إيّاكَ أن تَنْظُرَ إلى الشَّمْسِ مُباشَرةً بأيِّ آلةٍ بَصَريّة. وإذا أَرَدْتَ رَصْدَ البُقَعِ الشَمسيّةِ فاستَخْدِمِ ٱلتِّلِسكوبَ كجهازٍ لإسقاطِ صُورةِ ٱلشَّمْسِ على صَفْحَةِ وَرَقٍ أو مِتارةٍ بَيضاء. أما جِبالُ القمرِ ووَهَداتُهُ فيُمكِنُكَ رؤيتُها بِوُضوحٍ إلاَّ إذا كانَ القَمَرُ بَدْراً ، إذْ إنَّ ٱنْعِدامَ الظِّلالِ حِينَئِذٍ يذهب بالتَّبايُنِ اللَّونِيِّ لِلْصُّورة. وَيَبْدو كوكبُ ٱلمُشْتري في المِرْقَبِ كَقُرصٍ أصْفَرَ صَغيرٍ تَحُفُّ به أقمارُه ٱلتي يُمكِنُكَ تَمييزُ الأربعةِ الكبيرةِ منها وهي التي اكتشَفَها غاليليُو بمِرقَبِه .

قد تَستطيعُ مُشاهَدةَ حَلَقاتِ الكوكَبِ زُحَل إذا ثَبَّتَّ مِرقَبَكَ في وَضعٍ مُستَقِرّ ؛ أمّا الكوكَبُ السّاطِعُ الزُّهَرةُ فمِنَ السَّهلِ رَصْدُهُ ومُشاهَدةُ وَجْهِهِ الهِلاليِّ كَقَمرٍ صَغير . وإذا رَصَدتَ بمِرقَبِكَ نُجومَ القُبَّةِ السماويّةِ فإنَّ بمَقْدُورِكَ مُشاهَدةَ ٣٠٠ ألفِ نَجْمٍ مِنْها في لَيْلَةٍ صافِيَةٍ ، بَيْنَما لا تَرى بِالعَيْنِ ٱلمُجَرَّدة أكثَرَ مِن ألفَي نَجْم .



السِّير اسحق نيوتُن
(١٦٤٢-١٧٢٧)

تِلِسكوب نيوتُن العاكِس

...س نيوتنيّ على
...امل شوكيّ في وضعٍ استوائيّ

تِلِسْكُوب نيوتُن المِرْآوِيّ

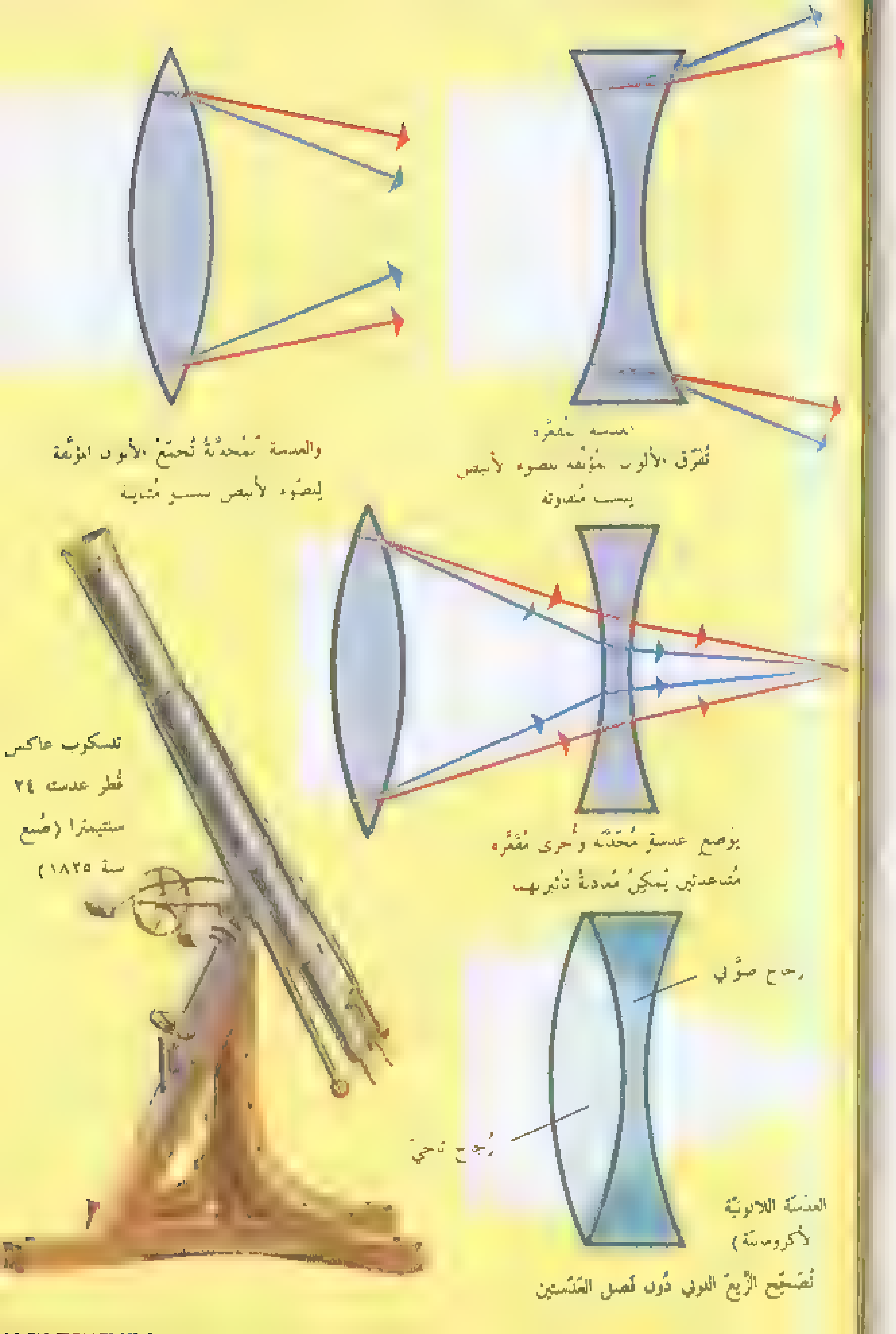
كُلُّ النّاسِ يُخْطِئونَ، حتّى العَباقِرَة. ولَمْ يَشِذَّ السِّيْر إسحٰقُ نيوتن العالِمُ والرياضيُّ العَظيم عن هذِهِ القاعِدة. والجديرُ بالذِّكر أنَّ أَحدَ إنْجازاتِ هذا العالِمِ البالِغَةِ الأَهمِّيَّةِ تَمَّ نَتيجَةً لِغَلْطَة!

وكانت كُلُّ المُحاوَلاتِ الهادِفَةِ إلى صُنْعِ تِلِسْكُوباتٍ أَشَدَّ قُوَّةً باستخْدامِ عَدَسَاتٍ أكبَرَ تَصْطَدِمُ بِعَقَبَةِ التَقَزُّحِ الهالِيِّ الّتي تُحدِثُها العَدَسة حَول صُوَر الأجسامِ النَّيِّرةِ كالقَمر والكَواكِب. فالتِلِسْكُوبُ البَسيطُ عاجِزٌ عَن تَلافي هذِهِ الهُدُبِ اللَّوْنيَّة الناتِجةِ عَن تبايُنِ انكِسار ألوانِ الضَوء عبْرَ العَدَسة - تماماً كما يحدِثُ قوسُ قُزَحَ عبر نقاط الماء المُنْتَشِرةِ في الجَوّ. فالعَدَسَةُ تَكْسِرُ الأَشِعَّةَ البَنَفْسَجِيَّةَ والزَّرقاء أكثَرَ مما تَكْسِرُ الضوء الأحمَر، فتَتَجَمَّعُ الأشعةُ البنفسَجيَّةُ في بُؤرةٍ أقرَبَ إلى العَدَسَة من بُؤرةِ تجمُّعِ المُقَوِّماتِ الأُخرى للضَوء بما فيها الأشعَّةُ الحمراء.

لَقَد اعتَقَدَ نيوتُن خَطأً أنَّه لَن يُمكِن تَخَطّي عَقَبَةِ التَقَزُّح هذه بأيِّ نوع من العَدَسَات، لِذلِك اتَّجه إلى استِخْدام مرآةٍ مُقَعَّرةٍ لِتكوين الصُّورة فَتَمَّ له بذلك اختِراعُ التِلِسْكُوبِ العاكِسِ الّذي صار يُعْرَفُ بالعاكِس النِيُوتُنيّ.

تَعمَل المِرآةُ المُقَعَّرةُ على لَمِّ الأشِعَّةِ الضوئية نحو بُؤرةٍ، مُكَوِّنَةً لِلجِسم المَنْظُور صُورةً بالانعكاس - تماماً كما تَفْعَلُ العَدَسَةُ المُحَدَّبَةُ بالانكسار. لكِنْ هنالك فَرْقٌ مهِمٌّ في تكوينِ الصُّورَتَينِ لأَنَّ المِرآةَ المُقَعَّرةَ، الإهليلجانِيَّةَ الشَّكْلِ، تجْمَعُ كُلَّ الأشِعَّةِ الضوئية - مهما كانَ لَونُها - في بُؤرَةٍ واحِدَةٍ. وهذه المِرآةُ شبيهةٌ بعاكِسِ الضَّوء في مِصباح السَيّارة الأماميّ مَع أنَّ استِخْدامَ هذا العاكِسِ فيهِ هُوَ لِغَرَضٍ مُخْتَلِف.

لَقَدْ صُنِعَ الكَثيرُ من التِلِسكوبات القويّة في العالَم على نَسَق تِلِسكوب نيوتُن، وقد تمَّ بواسِطَتِها العَديدُ من الاكتشافات المُهِمَّة في عِلْمِ الفلك.



العدسة المُحدَّبة تُجمِّعُ الألوانَ المؤلِّفة للضوء الأبيض بنِسَبٍ متباينة

العدسة المقعَّرة تُفرِّق الألوان المؤلِّفة للضوء الأبيض بنسب متفاوتة

بوضع عدسةٍ مُحدَّبة وأُخرى مُقعَّرة مُتباعدتين يُمكنُ مُعادلةُ تأثيرهما

تلسكوب عاكس قُطر عدسته ٢٤ سنتيمترًا (صُنِع سنة ١٨٢٥)

العدسة اللالونيّة (أكروماتيّة) تُصحِّحُ الزَّيغَ اللوني دُون فصل العَدَسَتين

التِّلِسكُوبات المُنافِسَة

هُنالِكَ أنواعٌ مُختلِفَةٌ ومُتعدِّدةٌ من العَدَسات، وهي تختلِفُ لا مِنْ حَيثُ الحجمُ وطريقةُ التَّشكيلِ فقط بَلْ من حَيْثُ نوعُ الزُّجاجِ المُستَخْدَمِ في صُنْعِها أيضاً. وقد أخطأَ السِّير إسحق نيوتُن إذِ اعتَقَدَ أنَّ مُشكِلَةَ التفرُّجِ اللونيِّ ستظلُّ تعتَرِضُ جَميعَ أنواعِ العَدَسات. فقد اكتُشِفَ فيما بعْدُ أنَّ عُيوبَ العَدَسةِ الواحِدةِ يُمكِنُ أن تُعَدِّلَ –إلى حَدٍّ ما على الأقلِّ– عُيوبَ عَدَسَةٍ أُخرى. ففي الآلاتِ البَصَريَّة –كما في الحِساب– يُمكِنُ أن نَحْصُلَ بخَطَأَيْنِ مُتعاكِسَيْنِ على جَوابٍ صَحيح.

في سَنَةِ ١٧٣٠ اكتشَفَ إنكليزيٌّ اسمُه تشيستَر مُورْ هُول أنّه يُمكِنُ تَلافي التفرُّجِ اللونيِّ المُشَوِّشِ بِعَدَسَةٍ ثُنائيّةِ الأجزاء مَصْنوعةٍ من نَوعَينِ من الزُّجاجِ يُعرَفُ أحَدُهما بالزُّجاجِ التاجيِّ والآخرُ بالزُّجاجِ الصَّوّانيّ. لكِنْ يَبدو أنّ أحداً لم يَهتَمَّ بهذا الاكتِشاف، فمضى رُبْعُ قَرنٍ من الزَّمَن قبلَ أن أعلَنَ البَصَرانيُّ جون دولوند أنّه صَنَعَ عَدَسَةً شيئيَّةً لالونيَّةً (أكروماتيّة). ثُمَّ قامَ الشابُّ الألماني جوزيف فرانْهوفر، عام ١٨٢٥، بتصوير هذا الاكتشاف في تلسكوبه الكبير الذي قُطْرُ عَدَسَتِه الشيئيّة ٢٤ سنتيمتراً والذي فاق في جودَتِه جميعَ التلسكوباتِ المعروفة حينئذٍ.

واكتُشِفَ في وقتٍ لاحِقٍ أنّه بإضافةِ عَدَسَةٍ ثالِثةٍ مَصْنوعَةٍ من ثلاثة أنواعٍ مُختلِفَةٍ من الزُّجاج يُمكِنُ الحُصول على مَزيدٍ من التحسينات. وقد سُمِّيَت هذه العَدَساتُ بالعَدَساتِ البَصَريَّةِ الفوتوغرافية لأنّها تَصلُحُ للمُراقَبة البَصَريّة أو للتصوير الفوتوغرافي على حدٍّ سواء.

ومن التحسينات الإضافية على العَدَسات تغطيتُها بطلاءٍ رقيقٍ تُشكِّلُ رُؤيتُه كانعكاسٍ أزرقَ أو أُرجوانيٍّ أو عَنبريِّ اللون. وهذا «الطِّلاء» أو «التلبيس» يَسمَحُ بمُرورِ كميّةٍ أكبَر من الضوء عبْرَ العَدَسَة وذلك بالتقليل من فَقْدِ الأشِعَّة الضوئيَّة المُنعَكِسَة على السطوح.

وباكتِشافِ العدَسَةِ الأكروماتيّةِ (اللالونية) بدأ التنافُس بينَ العَدَسَةِ الشيئيَّةِ والمرآة في صُنْعِ التِّلِسكُوبات، ولا يَزالُ لِكُلٍّ منهما مُحبِّذون وأنصار.

التِلسكُوبات العاكِسةُ الكَبيرة

في عام ١٧٥٧ وقبل أن يُعلِنَ انطّراتي حُون دُولُونْد عن عدَسَتِه الشيئيّة الجديدة، حَضَر إلى لَنْدَن من هانوفَر بألمانيا مُوسيقيٌّ اسمُه وِليَم هِرْشِل. عاشَ هِرْشِلُ فترةً في لَنْدَنَ، ثمَّ انتقَلَ إلى باث حيثُ ما لبِثَ أن اشتَهرَ بأنشِطَتِه الموسيقيّة. وفي باث أخذَ هِرْشِلُ يُبْدي اهتِمامًا بالغًا بِعِلْمِ الفَلَك واعتَزَم صُنْعَ تِلسكوبٍ لِتلْكَ الغايَة.

نجحَ هِرْشِل بعدَ مِئاتِ التجارِب الفاشِلَةِ في صُنْعِ مِرآةٍ تِلِسْكوبِيّةٍ «مُقَعَّرة» صالِحة، وكانت مِرآتُه تِلْكَ، كغيرِها من المَرايا المُستَخْدَمَةِ في التِّلِسْكوبات حينئذٍ، مَصنوعَةً لا مِنَ الزُّجاجِ بل مِن سَبيكةٍ نُحاسيَّةٍ قَصْديريَّةٍ صَقيلة. وبَعدَ نَجاحِه هذا، ازدادَ طُموحُه فصنَعَ عَدَدًا من المَرايا المُتزايِدة الأقطار، وأخيرًا تمَّ له صُنْعُ أكبَرِ ما عُرِفَ من المرايا حتّى ذلك العَهْدِ فصَنَعَ مِرآةً قُطرُها ١٢٢ سنتيمترًا.

وشَيَّدَ هِرْشِل مَرْقَبًا ضَخْمًا في مَدينة سلو بمُقاطَعة بَكينغهامشَير ولكنّه، كغيرِه مِنَ الرُّوّاد سابِقين واللاحِقين، سَرْعانَ ما اكتشَفَ أنَّ الأشياءَ الضَخْمَة تَجلِبُ مَعها مَشاكِلَها المُعَقَّدة. وقد وَجَدَ التِلِسكُوبَ ذا المِرآة التي قُطرُها ١٦٥ سنتيمترًا أفعَلَ وأجْدَى في مُعْظَم أعمالِه ونَجاحاته.

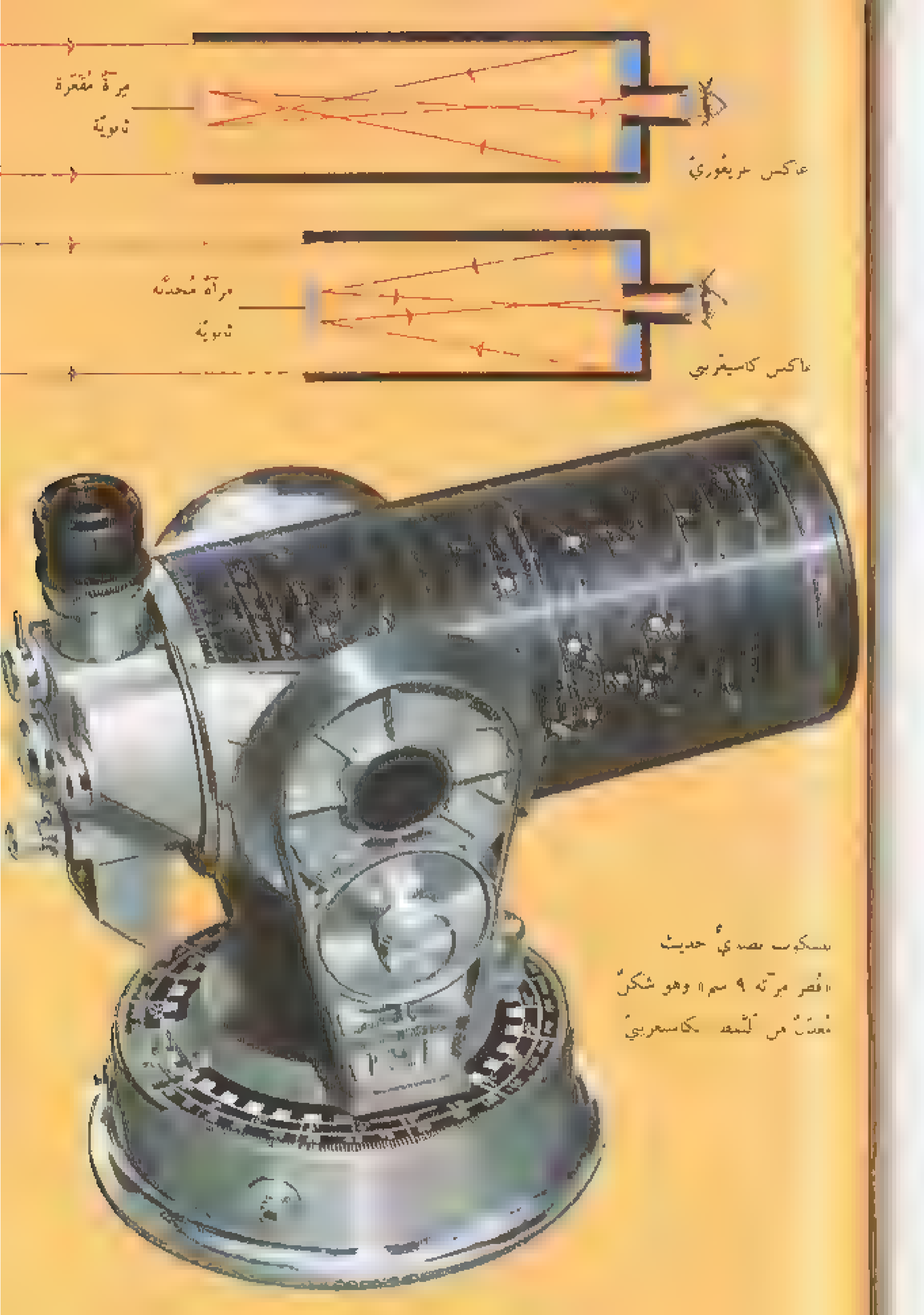
وقد حقَّقَ هِرْشِل أعظَمَ اكتِشافاتِه الفَلَكيّةِ بِواحدٍ من هذه التِلِسكُوبات، حينَ اكتشَفَ في عام ١٧٨١، الكَوكَبَ السابعَ المُسَمّى أورانُوس. وقد ساعَدَتْهُ أختُه كارُولين بإخلاص، فكانت تَسهَرُ بجانِبِه في الليالي القارِسَةِ البَرْدِ تُدَقِّقُ الحِبْرَ المُتَجَمِّدَ لِتُسَجِّلَ له مُشاهداتِه ومُلاحَظاتِه. وقد حقَّقَ هِرْشِل عِدّةَ اكتِشافاتٍ أخرى مُهِمَّةٍ في رَصْدِ السُدُمِ والنُجوم وتَحديدِ مَواقِعِها.

وقد ظَهَرَتْ عاكِساتٌ كبيرةٌ أُخرى بعد هِرْشِل. وهُنالِكَ اليومَ تِلِسكُوبانِ عاكِسانِ جبّاران: أحَدُهما ذو مِرآةٍ قُطرُها ٥٠٨ سنتيمترات (٢٠٠ بُوصة) في مَرْصَدِ جَبَل بالُومار بكاليفورنيا، والآخَرُ ذو مِرآةٍ قُطرُها سِتّةُ أمتار وقد شُيِّدَ في الاتحادِ السوفييتي.

مرآة مائلة

سير وليَم هرشل
(١٧٣٨ - ١٨٢٢)

تلسكوب هرشل العاكس
قطر مرآته ١٢٢ سم (٤٨ بوصة)



تلسكوب مصدي حديث
(قطر مرآته ٩ سم) وهو شكلٌ
معدّلٌ من النمط الكاسيغريني

تِلِسكُوباتٌ متنوّعةٌ أخرى

ليست التِّلِسكُوبات العاكِسَةُ كلُّها من النوعِ الذي اخترعَهُ اسحق نيوتُن . فهُنالِكَ عِدَّةُ تصاميمَ أُخرى ، بعضُها يُستخدَمُ لأغراضٍ خاصّةٍ كتصويرِ الشَّمسِ والنُّجوم . والواقعُ أنَّ مُعظمَ التِّلِسكوبات العاكِسَة الكبيرة قدْ صُنِعَتْ حَسَبَ نَمَطٍ كانَ الفرنسي ن. كاسيغْرين أوَّلَ مُصَمِّميه ، عام ١٦٧٢ . وتُستخدَمُ في هذا النَّمَط مرآتانِ مُقوَّستانِ كما هو بادٍ في الرَّسْمِ المُقابِل . ويَقِفُ المُراقِبُ قُبالَةَ الطَّرَف السُّفلي لأنبوبِ التِّلِسكوب كما في التِّلِسكوبات الكاسِرة

وكانَ العالِمُ الرياضيُّ الإسكتلنديُّ جيمس غريغوري قد صَمَّمَ تلِسكوباً مُشابِهاً في عام ١٦٦٣ ؛ لكنَّ أحداً لم يستطِعْ تنفيذَ التصميمِ الغريغوري بدِقَّة إلاّ بعدَ مُضِيِّ بِضْعِ سَنَوات . وهذه التِّلِسكوبات قلَّما تُشاهَدُ اليومَ إلاّ في المتاحِف . فالتِّلِسكوبُ الغريغوري ، بأنبوبه القَصير وحاميه النُّحاسي الصقيل ، هُو اليومَ قِطعةُ تزيينٍ أكثرُ مِنْهُ آلةً بَصَريّة

وتِلِسكوب مَرْصَد بالُومار مَصنوعٌ حَسَبَ نَمَطِ كاسيغْرين ، وأنبوبُه الهَيْكَليُّ كبيرٌ بدَرَجةٍ تُمَكِّنُ الفَلَكيَّ المُراقِبَ من الجُلوسِ بداخِلِه قَريباً من بُؤرةِ المِرآةِ لِتصويرِ النُّجوم . وكذلكَ نَجِدُ أنَّ أكبرَ التِّلِسكوباتِ البريطانيَّةِ ، في المَرْصَد المَلَكي بهِرْستمُنْصو في مقاطعة سَسِكْس ، والذي قُطْرُ مِرآته ٢٤٤ سَنتيمتراً ، مَصنوعٌ حَسَبَ النَّمَطِ الكاسيغْرينيِّ نَفْسِه ، مَعَ أنَّه شُيِّدَ لِتَخليدِ ذِكرى العالِمِ العبقريِّ اسحق نيوتُن — فهو يُعرَفُ باسم تِلِسكوب اسحق نيوتُن التَّذكاري .

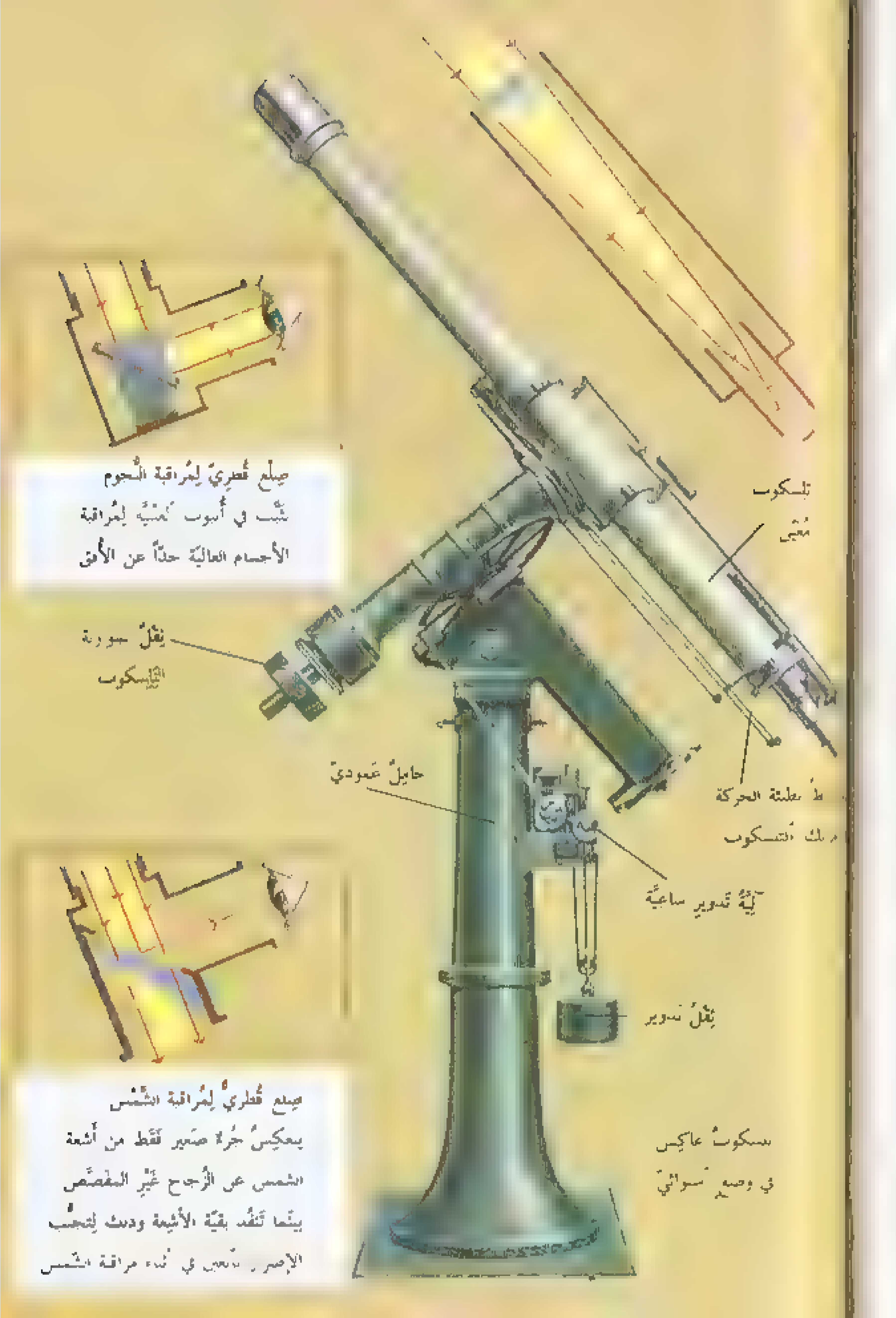
وهنالِكَ عِدَّةُ أشكالٍ منَ التلسكوبات الكاسيغْرينيَّة قَيْدَ الاستعمال حالِيّاً ، ويبدو في الصورة المُقابِلة أحَدُ هذه الأشكال وهو المَعْروفُ بتِلِسكوب مَكْسوتُوف ، نِسبَةً إلى مُصَمِّمِه الرُّوسيِّ . ومن مُمَيِّزات هذا التِّلِسكوب كَوْنُه مُتَمَتِّعاً صَغيرَ الحجم ، وبما أنّ هذا التِّلِسكوبَ يَسْتَخْدِمُ عَدَسَةً ومرآةً في تَكْوينِ الصُّورةِ فهو يُعْرَفُ أحياناً بالتِّلِسكوبِ العَدَسيِّ المِرآويّ .

حَوامِلُ التِلِسكوب وتَوابِعُه

التِلِسكوبُ الصَّغير جِداً يُمكِنُ حَمْلُه باليَد ، لكِنَّ ذلكَ غَيرُ مُمكنٍ وغيرُ عَمَليٍّ بالنسبة للتِلِسكوبات العاديَّة . فلا بُدَّ للتِلِسكوب من حامِلٍ مَتينٍ وثابتٍ بالإضافة إلى وسيلةٍ لِتوجيهِ التِلِسكوبِ بسُهولةٍ نحو الجِسمِ المُرادِ مُراقبَتُهُ .

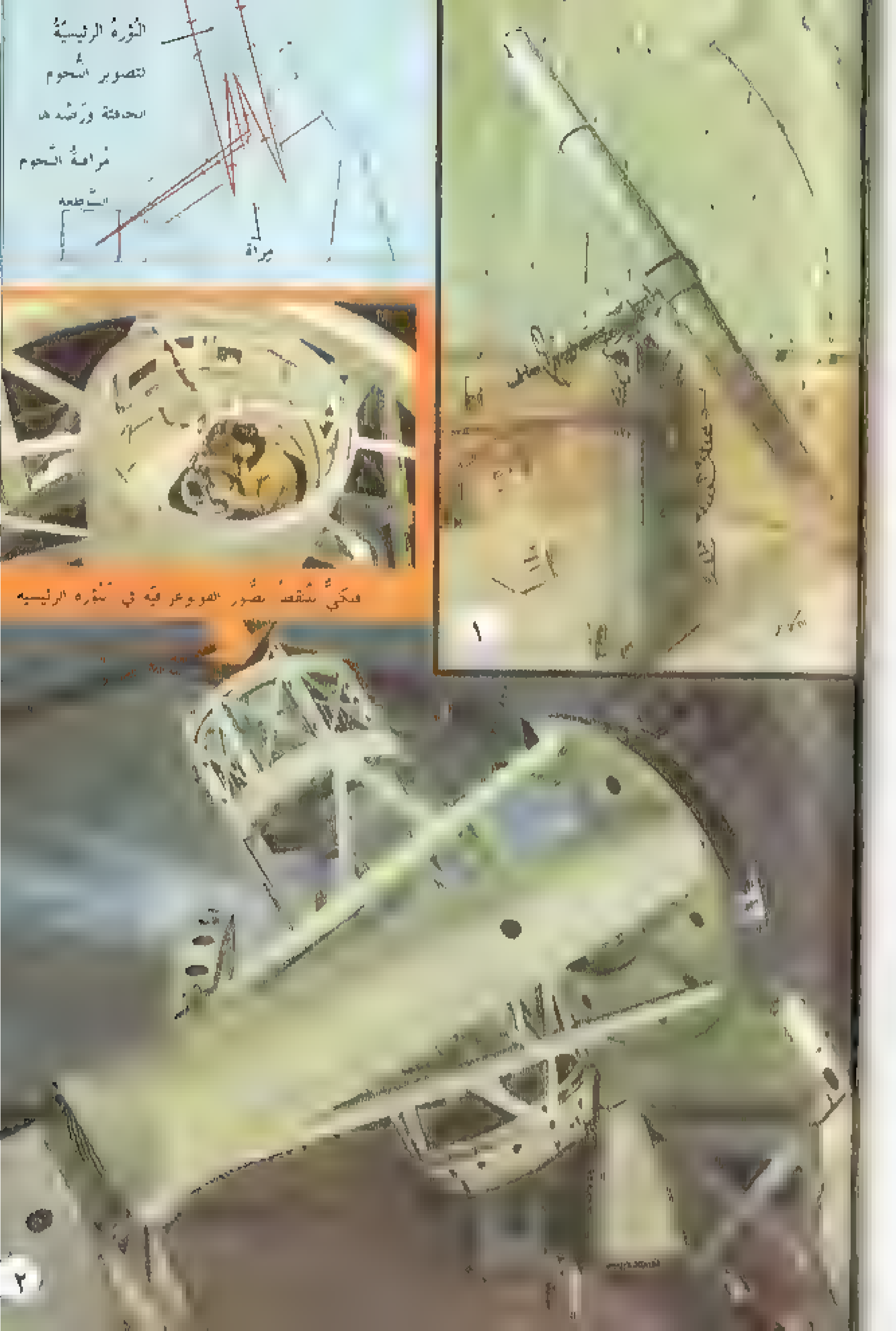
فالتِلِسكوبُ المُستَخدَمُ لِمُراقَبةِ القَمرِ أو الكواكبِ أو النُجوم يَجِبُ أن يُحرَّكَ باستمرارٍ لِمُتابَعة الجِرْمِ الفَلَكيِّ . ولَيْسَ السببُ في ذلِكَ حَرَكَةَ الجِرمِ الفَلَكيِّ نَفْسِه في الفَضاء فَقط ، بل يَعودُ ذلك بشَكلٍ رئيسيٍ إلى حقيقةِ أنَّنا نُراقِبُ هذه الأجرامَ من مِنَصَّةٍ مُتَحَرِّكَةٍ هي الأرض . فحَرَكةُ الشَّمْسِ (الظاهِريَّةُ) والقَمَرِ من الشَّرقِ إلى الغَرب قد تبدو بَطيئةً بالعَينِ المُجَرَّدة ، ولكِنَّها تتضَخَّمُ بالتِلِسكوب . كذلك فإن المساحةَ المَرئيَّةَ من السماء في عَيْنيّةِ التِلِسكوب تكُونُ صغيرةَ المَجال جداً ، وهي تَصْغُرُ أكثَر فأكثَر كُلَّما زادَت قُوة التكبير – وهذا يَجعلُ سُرعَةَ الجِسمِ الفَلَكيِّ تبدو أسرعَ بكثير أيضاً . إنَّنا حين نُراقِبُ شيئاً على الأرض كَساعةِ بُرجٍ مَثلاً ، فإنَّ هذه الحركةَ بالطَّبع تكُونُ مَعْدُومَةً ، وذلكَ لأنَّ الشَّخصَ المُراقِبَ والجِسْمَ المُراقَبَ كِلَيْهما يَتحرَّكانِ مَعاً بالسُّرعةِ نَفْسِها ، فتكُونُ السُّرعةُ النِسْبيَّةُ بينَهُما مَعْدُومةً .

إن وَضْعَ التِلِسكوبِ الذي يُمَكِّنُنا من إجراءِ حَرَكاتٍ بَسيطَةٍ في الاتِّجاهينِ الأُفُقيِّ والعَموديِّ يُسَمّى الوَضْعَ السَّمْتيَّ الارتفاعيَّ . لكِنَّ الوضعَ الذي تُركَّبُ فيه التِلِسكوبات الكبيرةُ ، وأحياناً الصغيرةُ منها ، هو الوَضْعُ الاستوائيُّ . ويتَميَّزُ هذا الوَضْعُ بِبَقاء أحَدِ مَحاوِرِ التِلِسكوبِ مُوازِياً لِمِحْوَرِ الأرض ، وهكذا يتسَنَّى للتِلِسكوب مُتابَعةُ الجِرْمِ المُراقَبِ في مَسارٍ مُنْحنٍ سَلِسٍ بِحَرَكةٍ واحِدةٍ فَقَط بَدَل حَرَكَتَيْنِ . وتَتِمُّ هذه الحَرَكَةُ آليّاً في العادة بواسِطَةِ مُحَرِّكٍ كَهْرُبائي صَغير أو بواسِطَةِ آليّةِ ساعَةٍ يُديرها ثِقلٌ مُعَلَّق . ويُركَّبُ فَوقَ أُنبوب التِلِسكوب الكبير عادةً تِلِسكوبٌ صَغيرٌ يُسَمّى المُعَيِّن ، الغَرَضُ منه المُساعدةُ في تَصْويبِ التِلِسكوب الكَبير بسُرعة نَحوَ الجِسمِ المُرادِ مُراقَبتُه . وللتِلِسكوبِ المُعَيِّنِ هذا شُعَيْرَتانِ مُتَعامِدَتانِ لِتَحْديدِ نُقطة تَمَرْكُزِه .



منشور قُطريّ لِمُراقبة النُجوم يُثبَّت في أُنبوب العَيْنيَّة لِمُراقبة الأجسام العالية جداً عن الأُفق

منشور قُطريّ لِمُراقبة الشَّمس يعكِسُ جُزءاً صَغيراً فقط من أشعة الشمس عن الزجاج غَيْرِ المُفضَّض بينَما تَنفُذ بقيّة الأشعة وذلك لِتجنُّب الإضرار بالعين في أثناء مراقبة الشمس



المَراصِدُ وعَمَلُها

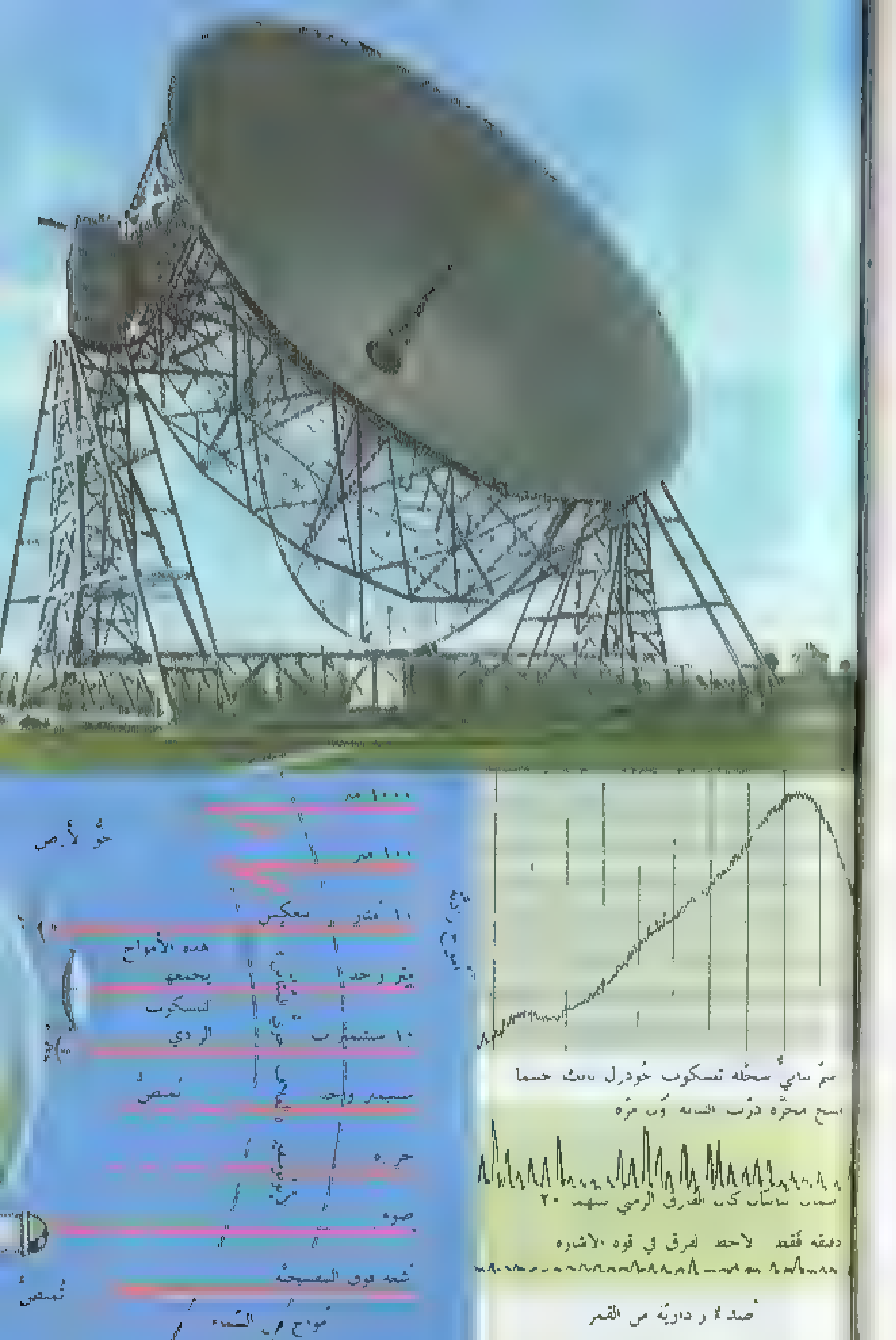
لَيْسَ ٱلغرضُ منَ المَراصِدِ وٱلتِّلِسكوبات ٱلكَبيرةِ ٱلمُشيَّدةِ فوقَ قِمَمِ ٱلجبالِ الشامِخَةِ أن تكونَ مَواقعَ وآلاتٍ يُلازِمُها الفَلكيّونَ الّذينَ يطولُ لِمُراقبةِ القَمرِ والكواكبِ فهذا النّوعُ منَ الرَّصدِ يُمكِنُ أن تؤدّيَه التلسكوباتُ الأصغرُ بفعّاليّةٍ مُكافِئةٍ تقريباً لكنّهُ إذا كانَ الهواءُ ساكِناً ، وهو أمرٌ نادِرُ الحدوثِ ، فإنَّ التِّلِسكوباتِ الكبيرةَ تستطيعُ تبيانَ الأجسامِ الأشدِّ صِغراً ، على القمرِ أو الكواكبِ ، أكثرَ ممّا تستطيعهُ التلسكوباتُ الأصغرُ حَجْماً . فالتِّلِسكوباتُ الكبيرةُ هي ذاتُ قوّةِ تحليلٍ (أو قُدرةِ تَبيينٍ) أعظَم

إنَّ العَدَساتِ أو المَرايا الكبيرةَ في التِّلِسكوباتِ قُدرةٌ على جَمْعِ كمّيّةٍ أكبرَ منَ الضّوءِ — تماماً كما يَجمعُ سَطحٌ نَستَّى كمّيّةً من المَطرِ أكثرَ ممّا يَجمعُهُ الدَّلوُ . فمِرآةُ تِلِسكوبِ جَبَلِ بالومار « التي يزيدُ قُطرُها على الخَمسةِ أمتارٍ » مثلاً تجمعُ منَ الضّوءِ مِليونَ مرّةٍ أكثرَ ممّا تَجمعُهُ عينا الإنسانِ لأنَّ مِساحتَها تفوقُ مِساحتَيْهما بهذا المقدارِ وهذا يَعني أنّها تُمكِّنُ المُراقِبَ من رؤيةِ نجومٍ خافتةٍ جدّاً يستحيلُ تبيُّنُها بالعَينِ المُجرَّدة . وهكذا تكشِفُ لنا هذه المِرآةُ نجوماً ومَجرّاتٍ في مَجالاتِ الفضاءِ القَصِيَّةِ التي يستغرقُ وصولُ الضّوءِ منها إلينا عِدّةَ ملايينَ منَ السّنينَ الضّوئيّة

والجديرُ بالذِّكرِ أنَّ الفلكيَّ الحديثَ قلّما يَجلِسُ إلى تِلِسكوبِه يُراقبُ الأفلاكَ ، فهو يَستخدِمُ ، بدلاً منَ العَيْنِ ، صَفيحةً فوتوغرافيّةً تُصوِّرُ لهُ ما يُريدُ رَصْدَه . أمّا قبلَ اختراعِ التّصويرِ الفوتوغرافيّ فكانَ الفلكيّونَ يرسمونَ صُوَراً لِما يُشاهِدونَه هُم ، وبالطّبعِ فإنَّ دِقّةَ الرّسمِ تعتمِدُ على عنايةِ الرّسّامِ ودِقّتِه ، كما أنَّ عينَيْهِ قد تخدعانِه بسُهولةٍ إذا كانَ الجِسمُ المرصودُ صغيراً جدّاً أو خافِتاً جدّاً . ومن هنا تتّضِحُ الأفضليّةُ العُظمى للفيلمِ أو للصّفيحةِ الفوتوغرافيّة . أضِفْ إلى ذلكَ أنَّ باستِطاعةِ الصّفيحةِ الفوتوغرافيّةِ مُوجَّهةً إلى النّجمِ البعيدِ الخافِتِ ساعاتٍ طويلةً لاختِزانِ ضوئِه وتكثيفِ صورتِه المُنطبِعةِ وتوضيحِها .

في الصفحة المقابلة (١) أكبر تِلِسكوب كاسر في العالم . قُطر عدسته ١٠١،٦ سم (٤٠ بوصة) — ويوجد في مرصد يِركيس بولاية وِسكُنسِن في الولايات المتّحدة

(٢) تِلِسكوب جبل بالومار العاكس — قُطر مرآته ٥٠٨ سم



التِلِسكوبُ الرّاديّ

لَقدْ مَضى قُرابَةُ أربَعةِ قُرونٍ على آستخدامِ التِلسكُوباتِ البَصَريّة ، وهي التِيسكوبات التي تَعمَلُ بالضَّوء . أمَّا التِلِسكوباتُ الرّاديّة « أو الراديويّة » فهي اختراعٌ حديثٌ لم يمضِ عليهِ أكثرُ من أربَعين عاماً . ولَعلَّ إطلاقَ آسمِ « التِيسكُوب » على هذا النوعِ مِنَ المَراقِب يَنطَوي على شيءٍ من اللاّواقعيّة ، إذ إنّنا لا نَرى في هذا التِلِسكوب سِوَى خَطٍّ مُتَموّجٍ يُسَطِّرُهُ قَلَمٌ يَسيرُ عَبر شَريحةِ ورقٍ مُتَحرّكة . ومع ذلك فإن التِلِسكوب الراديّ قد مَكَّنَ الفلَكيِّينَ من اكتِشافِ كثيرٍ من المَعلومات الجديدة عن النُّجوم والمَجَرّات البعيدة

ولو اعتبرنا آلتلسكوبَ البصريَّ نافِذةً نُطِلُّ مِنها على الفَضاءِ الفسيح ، فإن التلسكوبَ الراديَّ هو تَوسيعٌ لِهذه النافِذة . فهو يَجمَعُ الأمواجَ الراديَويّة اللاسِلكيّةَ التي تَصِلُ منَ الفَضاء الخارجي والتي تَعجَزُ عيونُنا عن آلتِقاطِها .

وتِلِسكوبُ جُودرِل بانْك في بريطانيا الذي يبلغ قُطرُ صاسَتِهِ العَاكِسة ٧٦ متراً هو من أشهَرِ هذه التسكوبات الراديّة . ولَيستْ كُلُّ هذه التِيسكوباتِ مُصَمَّمَةً حَسَبَ سَنَنِ تِيسكوب جُودْرِل بانْك ، فَلِبعضها هوائيّاتٌ طُولِيَّةُ الامتِداد كأسلاك التلفون ، ولِبَعضها الآخرِ هوائياتٌ لَولَبيَّة ضخمة . ومَهما يكُن نوعُ التِلِسكوب الراديّ فلَيس بِمَقدوره إعطاؤنا صُورةً عن شَكلِ الجِرْم المُراقَب أو هيئَتِه ، ولكنّه يستطيعُ التوَغّلَ في أعماقِ الفضاء إلى أبعادٍ تَتجاوزُ بكَثيرٍ ما تستطيعُه أكثَرُ المَرايا والعدسات .

ومنَ الجديرِ بالذِّكر أنّا حينَ نَتطَلّعُ إلى السماء وأفلاكِها فإنّنا ونحن نَرقُبُ مسافاتِها البعيدَةَ ، نَنظُرُ كذلك في ماضيها الزمنيِّ أيضاً . فحتّى أقربُ النُّجوم إلينا لا يبدو لنا في وَضعه الآن بل كما كان مُنذ أربَعِ سَنَواتٍ . وبِاستطاعةِ الفلكيين اليوم أن يُديروا تسكوباتِهم الراديّةَ نحو السماء لِيَلتَقِطوا أمواجاً لاسلكيّةً آنبَعَثَتْ من نُجومِها عِدّةَ ملايينَ منَ السِّنينَ قبل آنبعاثِ الضوء الذي يَصِلُنا من أبعدِ النُّجوم المرئيَّة .



يمكن تركيز العينية بشكل مستقل لتعويض عن فرق التركيز البؤري البعيد في عيني مراقب

تعدل المسافة بين عيني المنظار لتناسب عيني الفرد بتدوير شقي المنظار حول مركزهما

منظر خاطئ يسبب رؤية في منظار أكثر من صورتين في نفس الوقت

في منظار صحيح الوضعية يكون مجال رؤية دائرياً تماماً

مِنظارُ ٱلمَيدانِ ذُو العَينيّتَيْن

إذا وَضَعتَ تِلِسكُوبَيْن مُتماثِلَين جَنباً إلى جَنب بِحَيثُ يكونُ أُنبوباهما مُتوازِيَيْن تماماً، فإنّك تستطيعُ أن تستخدِمَ كِلتا عينَيك بدلاً من واحدة. وهذا المِنظارُ المُزدوجُ العينيّة الذي تحصُلُ عليه يمتازُ عن غيرِه الأحاديّ العينيّة في بعضِ الوجوه فنحن مُعتادونَ على النّظر بعينَين كِلتَيهما ومع أنّ عينَينا قريبتانِ بعضُهما من بعض، فإنّهما تنظُرانِ للأشياء من موقعَين مُتباينَين قليلاً، وهذا أمرٌ في غايةِ الأهميّة لإعطاءِ رُؤيةٍ مُجسّمةٍ تبدو لنا الأشياءُ فيها بصورةٍ ثلاثيّةِ الأبعاد بدلاً من رُؤيتها كصُورةٍ مُنبسِطة

لا تزالُ بعضُ المناظير، كمنظارِ الأوبرا الصغير، تُصنَعُ على نسقِ تِلِسكوب غاليليو بجمعِ اثنَين منه قصيرَي الطُّول نوعاً لكنّ مُعظمَ المناظيرِ المُستخدَمة لشتّى الأغراض تُصنَعُ على النّمطِ الموشوريّ الأفضلِ نوعاً والأغلى ثمناً. في هذا النّوع من التّلِسكوبِ المُزدوج تُستخدَمُ الموشوراتُ لِطَيِّ الأشعّةِ الضوئيّة وإبقاءِ الآلةِ البصريّة صغيرةً بحيث يسهُلُ حملُها باليد.

ولِمنظارِ الميدان، كما للتلسكوبات العاديّة، عدساتٌ شيئيّةٌ في مُقدّمته لتكوينِ الصُّورة وعدساتٌ عينيّةٌ وراءها للتكبير. وتزدادُ الصورةُ سُطوعاً كلّما ازداد اتّساعُ العدسةِ الشيئيّة في المنظار. ويُشاهَدُ عادةً على إحدى الصفيحتَين الصغيرتَين اللتَين تُغطّيان الموشورات، على مقربةٍ من العينيّة، رقمانِ يُشيرُ أوّلُهما إلى قوّة التكبير ويُبيّن الثاني قُطرَ شيئيّةِ المنظار بالمليمترات. وتظهرُ هذه الأرقام بشكلِ عددَين مضروبَين مثل ٦×٣٠، ٧×٥٠، ٨×٤٠ أو ١٠×٥٠

والمِنظارُ ذو العينيّتين، بالرّغم من قوّة تكبيره المُنخفِضة، آلةٌ مُفيدةٌ ومُسلّيةٌ للمُراقبة الفلكيّة أو لمُشاهدة المُباريات الرياضيّة أو مُراقبة الطيور والتمتّع بمُشاهدة المناظر الطبيعيّة. ومن المُهمّ في استخدام المنظار ضبطُ الموشورات بدقّة بحيث تنطبقُ الصُّورتانِ المُتكوِّنتانِ في عينيّتَي المِنظار

الميكروسكوبات (المحاهرُ) الأولى

مَع أنَّ الميكروسكوب والتِلِسكوب يَختلفان من حَيثُ الغَرضُ الذي يُستخدَمُ كلٌّ منهما لَهُ ، فهُما يتشابَهان في بَعضِ الوُجوه . فَلِكُلٍّ منهُما شَيئيّةٌ تُكوِّنُ الصُّورةَ وعَينيّةٌ تُكبِّرُ تِلكَ الصُّورةَ والواقِعُ أنَّ عَينيَّةَ الميكروسكوب يُمكِنُ استِخدامُها بِنجاحٍ كعَينيّةِ تِلِسكوب .

يُستخدَمُ الميكروسكوبُ «أو المِجْهَر» لِتكبيرِ الأجسامِ الدقيقةِ ومُراقبَتِها وأبسَطُ أنواعِهِ هُو المِجْهَرُ البَسيط «أو عَدَسَةُ التكبير» ويتألَّفُ من عَدَسَةٍ محدَّبةٍ عاديّة يُوضَعُ الجِسمُ المَنظور على بُعدٍ مِنْها يَقِلُّ عَن بُعدِها البُؤري . والميكروسكوبُ البَسيطُ ذُو مَزايا مُتعَدِّدة لِمُراقبَةِ الأجسامِ التي لا تَحتاجُ الى قُوّةِ تكبيرٍ عالية . ولَيسَ ضَروريّاً أن تكونَ عَدَسةُ المِجْهَرِ البَسيط مِنَ الزُّجاج فإنَّه حتّى نُقطَةُ الماء يُمكِنُ أن تعمَلَ كعَدَسَةٍ مُكبِّرَة ولعلَّكَ لاحَظْتَ كيف تَبدو السُّمَيكاتُ الذهَبيّةُ الصغيرةُ مُكبَّرةً في طاسَتِها المُستَديرة التي تُكسِّرُ أشِعَّةَ الضَّوءِ كما تَفعَلُ العَدَسَة . وقد اتُّخِذَتْ لِغَرضِ التكبيرِ البَسيطِ عَدَسَاتٌ من السَّوائِلِ الشفّافةِ كالبَرْنيقِ «الوَرْنيش» الصّافي ، كَما اتُّخِذَتْ عَدَسَاتٌ مُماثِلةٌ مِنَ الماسِ والصَّفير «الياقوت» وسِواهُما مِنَ الحِجارةِ الكريمة .

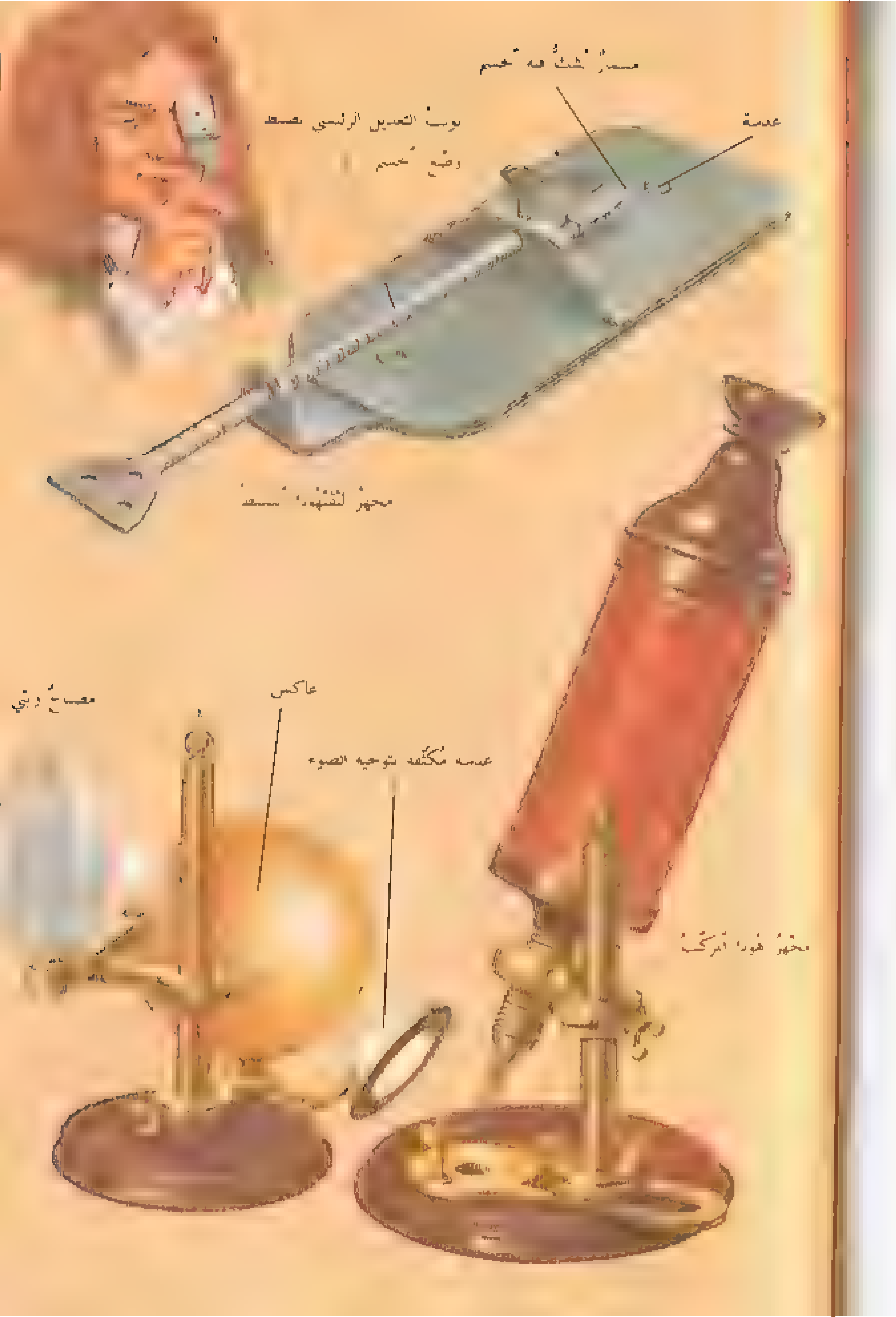
أمّا اختِراعُ المِجْهَرِ فأمرٌ يَصعُبُ تَحديدُه كما هي الحالُ في أمرِ التِلِسكوب . وقد نُشِرَت في المانيا رُسومٌ مُكبَّرةٌ لأجسامٍ صَغيرةٍ ، لا بُدَّ وأنَّ مِجهَراً ما استُخدِمَ في تكبيرِها ، قَبْلَ عام ١٦٠٠ . كما أنّ راهِباً اسمُهُ كيرتشَر عاش في أواسطِ القرنِ السابعَ عَشَرَ ذكَرَ سِتّةَ أنواعٍ مُختلِفةٍ من الميكروسكوبات – مِنها طاساتٌ زُجاجيّةٌ وأنصافُ كُراتٍ مَليئةٌ بالماء ونَوعٌ آخَر مُؤلَّفٌ مِن عَدَسَتَين مُحدَّبتَين .

الميكروسكوب البسيط
تحني عَدَسَةُ التكبير أشِعّةَ الضّوء الصادرةَ من الجسم فتبدو بزاويةٍ أكبَر – أي كأنّها صادرةٌ عن جسمٍ أكبر

عينيّة

شيئيّة

الميكروسكوب المركّب
تُكوِّنُ الشيئيّةُ صُورةً مُكبَّرةً للجسم المَنظور فتتلقّاها العينيّةُ بدورِها وتُكبِّرها كما تفعل عدَسَة التكبير



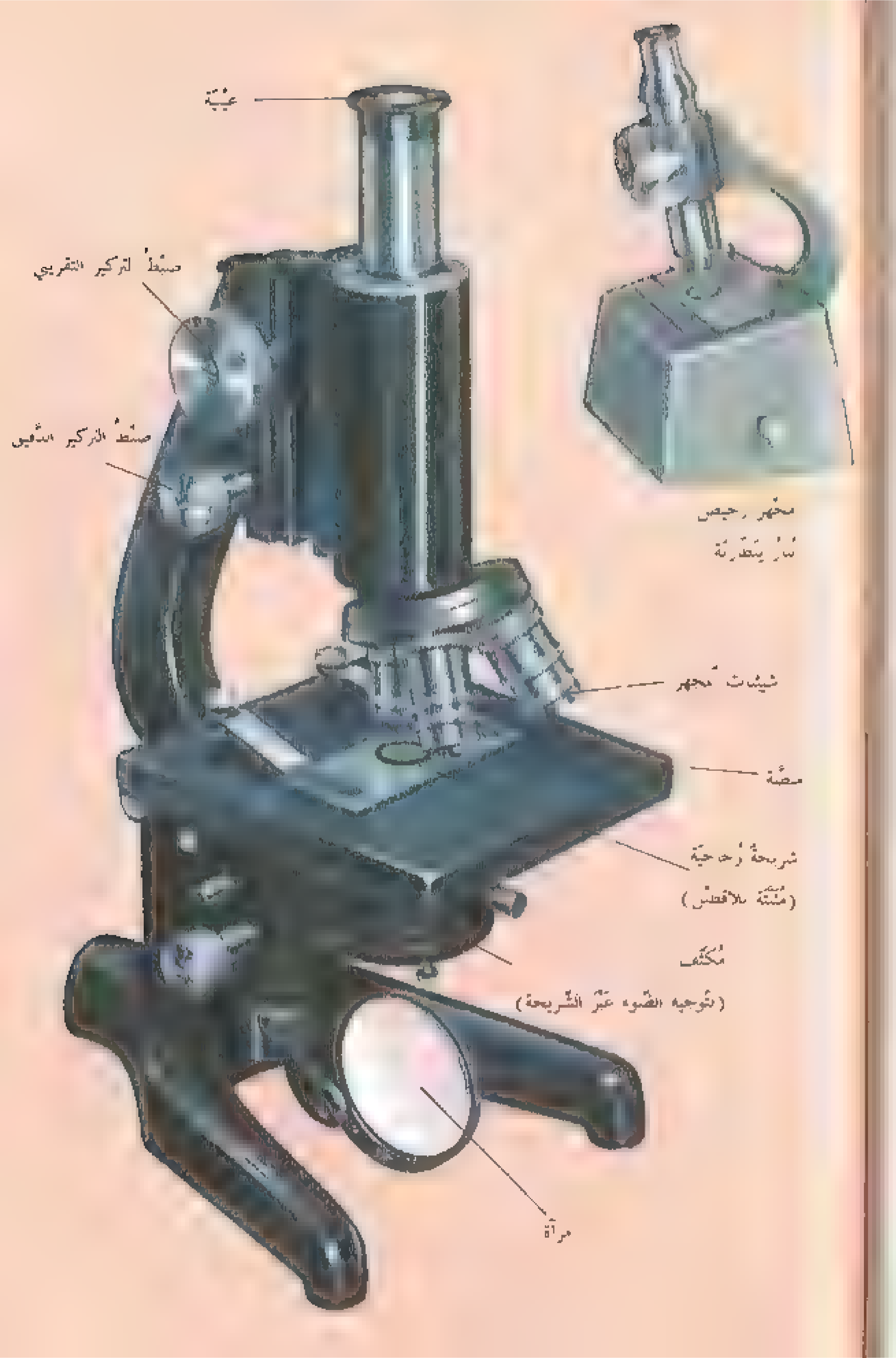
الميكروسكوبُ المُرَكَّبُ

اسْتُخدِمَتِ الميكروسكوباتُ أوّلَ مَرّةٍ للأغراضِ العِلميّةِ حَوالَى عام ١٦٥٠. وكانت تُفَضَّلُ البَسيطةُ مِنها، بشَكْلِ عَدَساتِ تكْبيرٍ في الغالِب، لأنَّ صُوَرَها كانَت أوضحَ ولو أنّها أصغَرُ من صُوَرِ المَجاهِرِ المُركّبَةِ حِينئذٍ.

والمَعروفُ أنَّ أوّلَ ميكروسكوبٍ عَمَليٍّ جَيّد، مِثْلُهُ مثلُ أوّلِ تِلسكوبٍ عمليٍّ جيّد، قد ظَهَرَ في هُولَندا. وقَدْ صَنَعَهُ أنتوني فَنْ لِيفِنْهُوك (١٦٣٢–١٧٢٣). وتَصِفُ مُلاحَظاتُ لِيفِنْهُوك أجسامًا صَغيرةً دَرَسَها بمِجْهَرِه لا يَزيدُ قُطْرُها على جُزْءٍ من أربَعمائة جُزْءٍ مِنَ المِليمتر «٠,٠٠٢٥ مِلم». وأَحَدُ تِلِسكوباتِه البَسيطَةِ القَليلةِ الباقِيَةِ مَوجودٌ في مَتْحَفِ جامعةِ لَيْدِن بهُولَنْدَ.

وكانَ العالِمُ الإنكليزيُّ رُوبَرْت هُوك أوّلَ من استَخْدَمَ الميكروسكوبَ المُرَكَّب للأغراضِ العِلْمِيّةِ، وقَدْ نَشَرَ في عام ١٦٦٥ كِتابًا سَجَّلَ فيه نَتائجَ أعمالِه – وفيه يَصِفُ خَلايَا الفِلِّينِ الرّائعة وَجَمالَ البرغُوث وجِسْمَهُ «المُزَيَّنَ بدِرعٍ صَقيلٍ جَيّدِ التَمَفْصُلِ، وتُغَطِّيه أشْواكٌ كالمَحارِزِ الفُولاذيّة أشبَهُ بأشواكِ الشَّيْهَم».

تختلِفُ شَيئيَّةُ الميكروسكوبِ عن شيئيّتِها في التِّلِسكوب بأنّها ذاتُ بُعْدٍ بُؤريٍّ قَصيرٍ جدًّا. وَمِنَ الضَّروريِّ أن يكُونَ الجِسْمُ المُرادُ فَحصُه بالمِجْهَرِ جيِّدَ الإضاءَة، وقَد حَرَصَ رُوبَرْت هُوك على استِخْدامِ مِصباحٍ زيتيٍّ صَغيرٍ لإنارةِ عَيِّناتِه. أمّا إذا كانَتِ العَيِّناتُ رَقيقَةً بحيثُ يَنفُذُ عَبْرَها الضَّوءُ (كما هي الحالُ في مُعْظَمِ العَيِّناتِ المِجْهَرِيّة) فقَد كانَ يَجْعَلُ من دُونِها ثُقْبًا لِيَمُرَّ مِنهُ نُورُ شَمعةِ الإنارة.



المِجْهرُ (المِيكروسكُوب) الحَديث

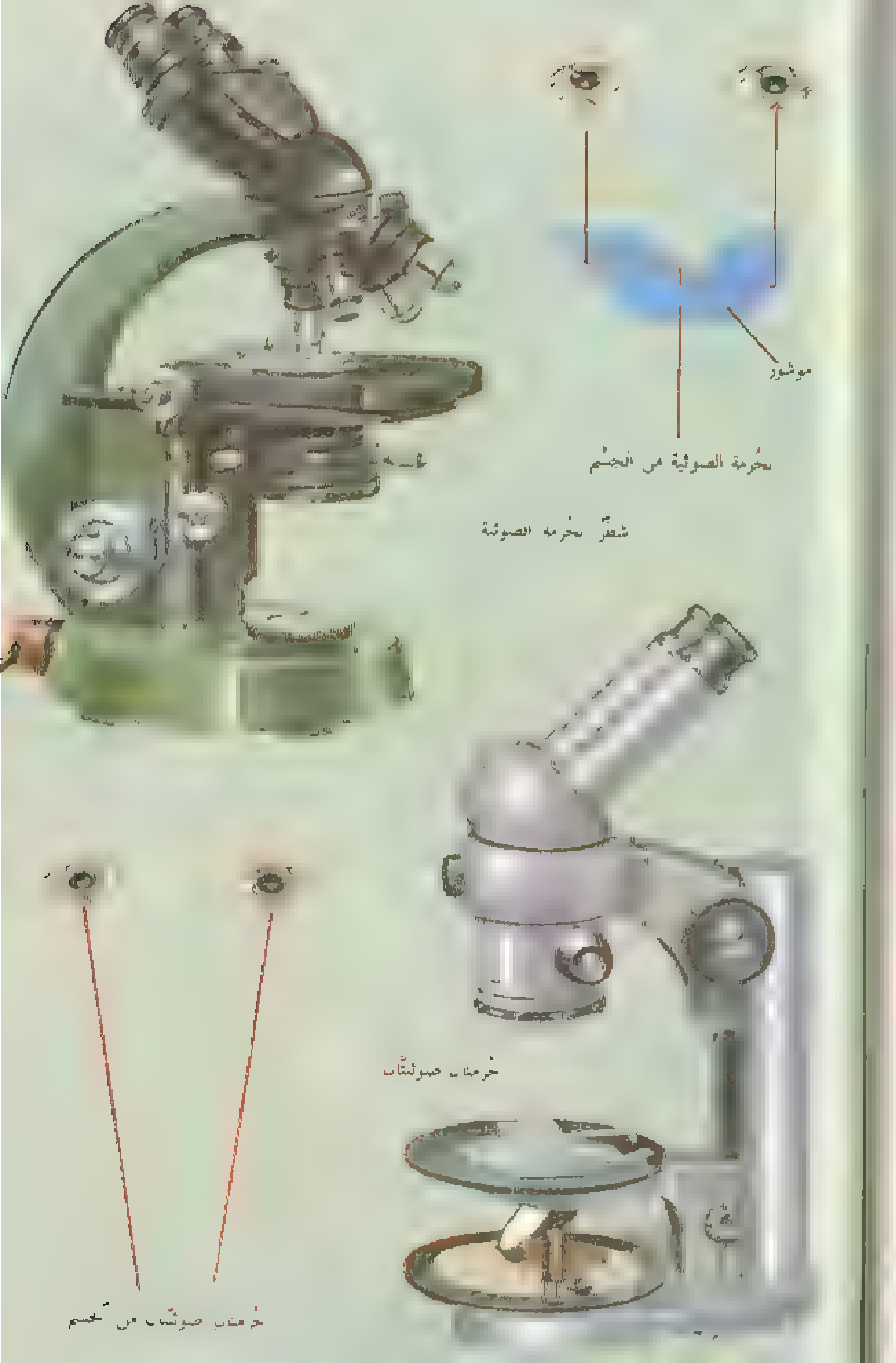
كانَ التقزُّحُ اللونيُّ الذي تُحْدِثُهُ العَدَسَةُ البَسيطَةُ مَصدرَ إزعاجٍ لِصانِعي الميكروسكوبات كما لِصانِعي التِّلِسكوبات ، فقد كانَ صانِعُو الآلاتِ البَصَرِيَّةِ قديماً ، مِثْلَما هي الحالُ اليومَ ، يصنَعُون كِلْتا الآلَتَيْن . ولم تُستَخْدَمِ العَدَسَةُ اللاكروماتيّة (اللالَونيّة) في صُنْعِ الميكروسكُوبات حتّى عام ١٨٣٠ ، ومَضَتْ خمسون سنةً أُخرى قبل اكتِشافِ نوعٍ جديدةٍ من الزُّجاجِ مكَّنَتْ مُؤَسَّسَةَ كارل زايس الألمانيَّةَ من صُنْعِ أوّلِ عَدَسَةٍ شيئيَّةٍ حديثةٍ لِلميكروسكوب .

لا بُدَّ وأنَّك شاهدتَ بعضَ أنواعِ المَجَاهِرِ في مُختَبَرِ المدرسَةِ أو في نافِذةِ العَرْضِ في حانوتِ بائعِ الآلاتِ البصريّة . إنَّها جميعاً مُصَمَّمَةٌ حَسَبَ نَمَطٍ عامٍّ واحِدٍ مع أنَّه قد يكونُ لِبَعْضِها أُنبوبانِ ومَجموعَتانِ من العَدَسات إذا كانَ ثُنائيَّ العَيْنيَّةِ أي من النوعِ الذي يُنظَرُ فيه بِكِلْتا العَيْنَيْن .

وتَرى في الرَّسْمِ المُقابِلِ الأجزاءَ الرئيسيَّةَ لِلمِجْهَرِ بدءاً من قاعِدَتِه الرِّكابيَّةِ الشَّكل التي يُثبَّتُ فوقَها بِمِفصَلَةٍ مُتَحرِّكَةٍ عالِياً جِسْمُ المِجْهَر . وتُسَهِّلُ المِفصَلَةُ إمالةَ جِسْمِ المِجْهَرِ بالزاويةِ المُلائِمةِ للرؤية . وبِتحريكِ المِرآةِ الصغيرةِ في رِكابِ المِجْهَرِ يُمكِنُ عَكْسُ الضوءِ من نافِذَةٍ ، وحَذارِ من استِخدامِ أشعَّةِ الشَّمْسِ المُباشِرةِ ، نحوَ الثَّقْبِ المَرْكَزيِّ في مِنَصَّةِ المِجْهَرِ التي قد ثُبِّتَت فوقَها بِلاقِطَتَيْن شريحةٌ زُجاجيَّةٌ تَحمِلُ العَيِّنَةَ المُرادَ فَحْصُها .

والمِجْهَرُ الذي يَبدو في الرَّسْمِ لَهُ ثلاثُ شيئيَّاتٍ مُختَلِفةِ البُعْدِ البُؤْريِّ مُرَكَّبَةٍ في حامِلٍ (أو بُرجٍ) دوَّار . فقُوَّةُ التكبيرِ في المِجْهَرِ تعتَمِدُ على جُزْأيْهِ الأساسيَّيْن – الشيئيَّةِ والعَيْنيَّةِ ، بِخِلافِ التِّلِسكوبِ الذي تنحَصِرُ كُلُّ قُوَّةِ التكبيرِ فيه في العَدَسَةِ العَيْنيَّةِ فقط .

وتَنزَلِقُ عَيْنيَّةُ المِجْهَرِ (وقد يكونُ لِلميكروسكوبِ الواحِدِ منه عِدَّةُ اثنتان أو ثلاث) في طَرَفِ أُنبوبِه العُلويّ . وقد يَتِمُّ ضَبْطُ تركيزِ المِجْهَرِ بأُسلوبِ انزلاقٍ بَسيط لكِنَّ ذلك يَتِمُّ عادةً بِحَرَكةِ حريدةٍ مُسَنَّنَةٍ (أي قِطاعٍ مُسنَّنٍ) وتُرسٍ بواسِطةِ دولابٍ خاصّ .



الميكروسكوبات الثنائية العينية

تُصمَّمُ غالبيّةُ الآلاتِ البصريّةِ للاستخدامِ بعينٍ واحدةٍ مع أنّنا معتادون استخدام كلتا عينينا في النظر إلى الأشياء. ويعود السببُ في هذا الاتجاه نحو الأجهزة الأحاديّة بنسبة إلى أنّ الرؤية فيها بالعينِ الواحدة تُعتبَرُ في معظم الحالات وافية تماماً بالغرض كالرؤية بكلتا العينين. أضف إلى ذلك أنّه من الصعب صُنعَ الجهاز البصري ذي العينيّتين وضبطَ الصورتين الناتجتين في العينيّتين بحيث تنطبقُ متداخلتين كصورة واحدة. وصُنعُ مثل هذا الجهاز هو باهظ عالي التكلفة إذ لا بدّ من مضاعفة كلّ عدسة فيه، وجعلِ كلِّ زوجين من العدسات فيه متوافقين تمام التوافق.

لكنّ للجهاز ذي العينيّتين أفضليّةً سبقت الإشارة إليها في معرض البحث عن التلسكوب. ذلك أنّ الجهاز ذا العينيّتين يُعطي الصورةَ المرئيّة عمقاً (أي بعداً ثالثاً) يبرزها، بسبب التأثير النسبيّ في موقع عينَي الناظر بالنسبة للشيء المنظور. وهذا ما نسمّيه بالرؤية المجسّمة.

هناك نوعان من الميكروسكوبات التي يمكن استخدامها بالرؤية بكلتا العينين. وفي النوع الأول منهما تنتقل الحزمةُ الضوئيّة من الشيئيّة في أنبوب رئيسيّ منفرد، وقبل أن تصل إلى العينيّتين تمرّ في موشور يقسمها إلى شطرين يذهب كلٌّ منهما إلى إحدى العينيّتين. لكنّ الحزمةَ الضوئيّة المشطورة على هذا النحو لا تُعطي التأثير التجسيميَّ الصحيحَ للصورة المرئيّة.

أمّا في النوع الآخر من المجاهر الثنائيّة العينيّة فيركّب أنبوبا ميكروسكوب منفصلان، لكلٍّ منهما مجموعته المستقلّة من العدسات المتوافقة مع مجموعة الأنبوب الآخر. ويبدو في الصورة السفلى من الرسم المقابل مجهرٌ من هذا النوع وهو ذو فعاليّة ممتازة حيث لا تدعو الحاجة إلى درجة عالية من التكبير.

وهنالك نوعٌ ثالثٌ من هذه المجاهر الثنائيّة العينيّة يُستخدَم عمليّاً لرؤية الحركة السريعة (المسمّاة بالحركة البراونيّة) للجزيئات الدقيقة في السوائل. فالبعدُ الثالث (العمقيّ)، الذي تُيسّره الرؤية بكلتا العينين، يُبرز بوضوح حركة الجزيئات العلويّة والسفليّة كما يبيّن في الوقت نفسه حركتها الجانبيّة



استخدامُ المِجهَر

أثمنُ ما في الآلة البَصَريةِ هو عَدَساتُها ومَوشوراتُها ومَراياها ، وتُصنَعُ هذه عادةً مِن زُجاجٍ بَصَريّاتٍ عالي النوعيّة ثمّ تشكيلُه وصَقلُه بدقّةٍ بالغة . ومع أنّ الزُّجاجَ مادّةٌ قاسيةٌ صَلْدَةٌ ، فإنّ بَعض ذرّاتِ الغُبارِ المُعلَّقة في هواء الغُرفةِ ، والّتي لا تُرى بالعَينِ المُجرَّدة ، قد تكونُ أصلَدَ مِنه . وعلى هذا فإنّ حَكَّ هذه الذرّاتِ الصُّلْدة فوقَ عَدَسَةٍ في أثناء تنظيفِها بغَيْرِ عِنايةٍ وانتباه قد يَخدِشُ سَطحَ العَدَسَةِ فتتلَفُ بتكرارِ ذلك ، لأنّ كُلَّ خدشٍ في سَطحِ العَدَسة يُعطِّل مُرورَ بَعضِ الضَّوء فيها . لذلك تجنّبْ عادةَ مَسْحِ العَدَسةِ كلَّما تناولتَها ، وحذارِ أيضاً لَمْسَ سَطحِها بأصابعك ، فإنّ العَرَقَ الذي يُرطِّبُ الجِلْدَ هو ذو صبغةٍ حامضيّةٍ خَفيفة ، لِذلكَ فإنّ بَصَماتِ الأصابعِ قد تَنمشُ الزُّجاجَ وتَنطَبعُ على سَطحِ العَدَسةِ بِشكلٍ دائم .

إذا لَم يكُن المِجهَرُ مُجهَّزاً بِبطاريّةٍ إنارةٍ كَهربائيّة ، فاضبط مِرآتَه أوّلاً بإمالتها لِتحصلَ على دَرجةِ السُّطوعِ القُصوى في مَجالِ الْعَيْنيّة مُتجنّباً دَوماً ضوءَ الشّمسِ المُباشِر . ضَعْ شَريحةَ العيّنةِ على مَنَصّةِ المِجهَر وثبِّتها بالملقطَيْن ، وإذا كانت شيئيّاتُ المِجهَرِ مُرتبطةً بِرَحى (أو حاملٍ) دوّارٍ فأدِرْهُ لِتوجيهِ الشيئيّةِ ذاتِ قوّةِ التكبيرِ الأخفضِ نحو مَركزِ الشَّريحة . اضبطْ تَركيزَ الصُّورةِ مُستخدِماً دولابَ الضّبطِ التقريبيّ أوّلاً ثمّ دولابَ الضّبطِ الدّقيقِ ذي السُّرعةِ البطيئة .

ولِبَعضِ الميكروسكوبات آليّةُ تَركيزٍ مُختلِفة ، فيكونُ أنبوبُ المِجهَرِ الرئيسيُّ وعَدَساتُه ثابتةً بينما تُحرّكُ المِنصّةُ بآليّةِ الانزلاقِ صُعوداً أو نُزولاً لِضَبطِ التركيز . ومهما اختلفَت طُرُقُ ضَبطِ التركيزِ في المِجهَر ، فهناكَ قاعدةٌ أساسيّةٌ ينبغي تذكُّرها دائماً — وهي أن تَبدأَ ضَبطَ التركيزِ والشيئيّةُ أقرَبُ ما تكونُ إلى الشَّريحة ، ثمّ تُحدِّدَ نُقطةَ التركيزِ المُثلى بتحريكِهما الواحدةِ بعيدةً عن الأخرى ، وليسَ العَكسَ (أي نحوَها) أبداً . فكَمْ مِن شَريحةٍ قيّمةٍ تحطّمت أو شيئيّةٍ ثمينةٍ تشقّقت مِن ضَغطِهما الواحدةِ على الأخرى بقوّة !



مقطع عرضي لساق نبتة

برغوث ماء

عيّناتٌ ومَوادُّ لِلفَحصِ بالمِجهَر

لَقد فَتَحَ المِجهَرُ أمامنا آفاقَ عالَمِ الأشياءِ الدَّقيقةِ التي لا تُرى بالعَينِ المُجَرَّدة، وكَشَفَ لنا الكثيرَ من خَبايا ذلكَ العالَمِ المِجهَريِّ وعَجائبِه. فالأشياءُ التي يُمكِنُنا فَحصُها بالمِجهَرِ لا حَصرَ لها سواءٌ في عالَمِ النَّباتِ أو الحيوانِ أو الجَماد. ويُمكِنُ اختيارُ العَيِّناتِ المُعَدَّةِ سَلَفاً والمُرَكَّبَةِ على شَرائِحَ مِجهَرِيَّةٍ جاهِزَةٍ لِلفَحصِ من بَينِ مَجموعاتٍ مُتَنَوِّعَةٍ شَتَّى تَجِدُها لَدى المُؤَسَّساتِ التي تَتَّجِرُ بالمَيكروسكوباتِ وتَوابِعِها. كما يُمكِنُكَ إعدادُ شَرائِحَ بِعَيِّناتٍ أُخرى يَسهُلُ العُثورُ عَلَيها في مُختَلِفِ الأماكِنِ كالبِرَكِ والجَداوِلِ وصُخورِ الشَّواطِىء، أو تَلتَقِطُها من تُربَةِ الحَديقَةِ ونَباتِها وحَشَراتِها، أو تَجِدُها في خَزائِنِ المَطبَخِ الحافِلَةِ بِمُختَلِفِ أنواعِ الحُبوبِ والمَوادِّ المُتَبَلوِرَة

ولمّا كانَ يَصعُبُ على المَرءِ إمساكُ الأشياءِ الدَّقيقَةِ أو تَناوُلُها بالأصابِعِ لِفَحصِها، فإنَّه من الضَّروريِّ استِخدامُ مِلقَطٍ صَغيرٍ مَثلاً لِتَناوُلِ خَيطٍ رَفيعٍ أو شَعرَةٍ دَقيقَة، كَذلكَ من المُناسِبِ استِعمالُ فُرشاةِ دِهانٍ رَفيعَةٍ لالتِقاطِ مُختَلِفِ أنواعِ حُبَيباتِ اللِّقاحِ من أزهارِها.

هُنالِكَ أشياءُ كثيرةٌ جَديرةٌ بالفَحصِ والدَّرسِ مِجهَرِيّاً. فعَلَيكَ مَثَلاً بِخَيطٍ من شَعرِ العَنكَبوتِ الذي هو بالنِّسبَةِ لِثَخانَتِه أمتَنُ من الفُولاذ. وسَتَجِدُ في دُنيا الحَشَراتِ مَجالاتٍ واسِعَةً لِدِراسَةِ غَرائِبِها وخَصائِصِها، ولَو أنَّ مُعظَمَ هذه الدِّراساتِ يُمكِنُ أن تَتِمَّ بِشَكلٍ أفضَلَ على شَرائِحَ مِجهَرِيَّةٍ يُمكِنُ شِراؤُها جاهِزَة. فعَينُ الذُّبابَةِ مُرَكَّبَةٌ مُؤَلَّفَةٌ من أربَعَةِ آلافِ سُطَيحٍ مُنفَصِلٍ هي من الدِّقَّةِ بِحَيثُ يَتَعَذَّرُ تَركيبُها على شَريحَةٍ مِجهَرِيَّةٍ صالِحَةٍ لِلدَّرس، وكَذلكَ الحالُ في عَينِ الفَراشَةِ التي تَضُمُّ آلافاً أكثَرَ من السُّطَيحاتِ العَينِيَّة



ضَعِ العيّنةَ في الصَّمغِ المُليَّن

اطْلِ الصَّمغَ واتْركْهُ ليجفّ

ثُمَّ ضَعِ الغطاءَ الزجاجيَّ الرقيق

قطِّرْ نُقطةً من بلسم كندا

إعدادُ الشَّرائحِ المِجْهَرِيَّة : العيِّناتُ الجافَّة

يُمكِنُ دِراسةُ بَعضِ العيِّناتِ مِجْهَرِيّاً ، كبلُّورات مِلْح الطَّعام مَثلاً ، بِوَضْعِ طَبَقَةٍ رقيقةٍ مِنها على مُنتَصَفِ شَريحةٍ زُجاجيَّةٍ مُسطَّحة يتمُّ تَثْبيتُها فوقَ مِنَصَّةِ الميكروسكوب بواسطة لاقِطَتَي التَّثبيت في المِنَصَّة . أمَّا إذا أرَدْتَ إعدادَ شَريحةٍ مِجهَريَّةٍ دائمةٍ تَحفَظُها لِلْفَحص ساعةَ تَشاء ، فطَريقةُ ذلِكَ تَستدعي مَزيداً مِن العِنايةِ والدُّرْبَة .

بَعضُ العيِّناتِ الصَّغيرة يُمكِنُ تَثبيتُها جافَّةً فوقَ الشَّريحةِ المِجهريَّة وذلك يَتِمُّ بِطَلْيِ غِشاءٍ رَقيق من الصَّمغ الصافي حَول مَركَز الشَّريحة الزُّجاجيةِ المُستَطيلة ثم تَركِها لِتَجفَّ . بعد ذلك انْفُخ على الصَّمغ لِتَطريَتِه قليلاً ثُمَّ ضَعِ العَيِّنةَ المُرادَ تَثبيتُها في مَركَزِ المِنطَقَةِ المُصَمَّغةِ على الشَّريحة بِواسِطة فِرشاةِ طِلاءٍ دَقيقةٍ مُرَطَّبَةِ الشُّعَيرات . ولِحِفْظ العيِّنَةِ من العَطَب يَجِبُ تَغْطِيَتُها بِغِطاءٍ زُجاجيٍّ رَقيق . ضَعْ نُقطةً من بَلْسَم كندا الراتينجي على العيِّنة لِجَعلِها تَلْتَصِقُ بالغِطاء الزُّجاجيّ ، وإذا كانتِ العيِّنةُ سَميكةً فَضَعْ حولَها حَلْقَةً من الألومِنيُوم لِرفع الغِطاء بَعيداً عَن العيِّنة . بعد ذلك ضَعِ الغِطاءَ الزُّجاجي في مَوضِعه وأحكِمْ سَدَّهُ من جَميع جَوانِبه بِصَمغِ اللَّك .

إنَّ الشَّكلَ النِهائي لِلشريحة المِجهريَّة الَّتي تُعِدُّها لَن يختَلِفَ كثيراً عن شرائحِ العيِّناتِ الجافَّةِ الجاهِزَة الَّتي تُباع في حوانيتِ الأدوات العلميَّةِ والبَصَريَّة . ويُمكِنُكَ طَبعاً عَنوَنةُ الشرائحِ الَّتي تُعِدُّها لِلرُّجوع إلَيْها فيما بَعدُ .

وهنالِكَ أمرٌ جَديرٌ بالاهتمام في إعداد الشرائح الجافَّة وهو ضَرورةُ كَونِ العيِّنات جافَّةً تماماً . فأيّ رُطوبَةٍ تَتبقَّى في العيِّنةِ أو عَلَيها ستَظهَر فيما بعدُ كحُبَيباتٍ دَقيقةٍ على السَّطح الداخلي للغِطاء الزُّجاجيِّ الرَّقيق ، وتُتلِفُ الشَّريحة .



إعدادُ شريحةٍ مجهريّةٍ لفحصِ سائلٍ (دمٌ أو ماءُ بركةٍ مثلاً)

إعدادُ شريحةٍ بعيّنةٍ مغمورةٍ بالغليسرين

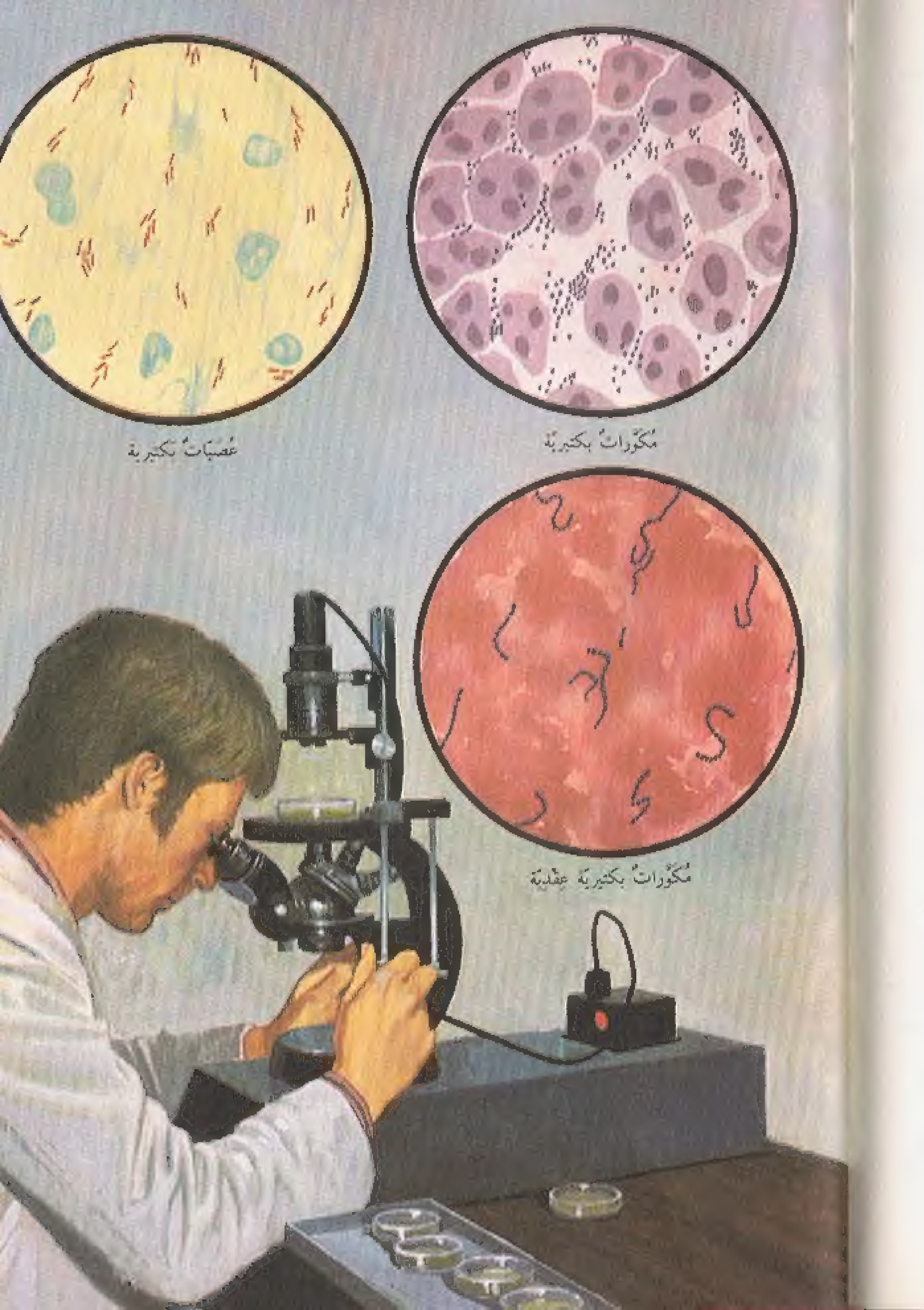
إعدادُ الشَّرائحِ ٱلمجْهَريّةِ : العَيِّناتُ المَغمورة

كَثيرٌ مِنَ ٱلعَيِّناتِ ٱلمِجْهَرِيَّةِ ٱلجَديرَةِ بالإعداد والحِفْظ مَصْدَرُها ماءُ البِرك وٱلجداول. وَهذِه لا يُمكِنُ إعدادُها بنجاحٍ إلاّ مَغمورةً في سائل. استَخْدِمْ قطّارةً صَغيرةً لِتَناوُلِ مِثلِ هذه ٱلعَيِّنات. ولاحِظْ أنّه مِنَ الضَّروريِ إزالَةُ أيِّ رُطوبةٍ زائدةٍ من حَولِ العَيِّنَة بَعد وَضعِها علَى ٱلشَّريحة بواسِطَةِ وَرقة نَشّاف.

هُنالِكَ عِدَّةُ سوائِلَ مُختلفةٍ تَصلُحُ كسوائلِ غَمْرٍ لإعدادِ مِثْلِ هذه الشرائح، مِنها هُلامُ الغليسَرين. وَهُوَ صُلْبٌ نَوعاً حِينَ يكُونُ بارداً لكِنْ يُمكِنُ تَسْييلُهُ بِوضْعِ كَمِّيَّةٍ قَليلةٍ مِنْه في أُنبوبِ ٱختبارٍ وَوَضعِ الأُنبوبِ في كأْسِ ماءٍ ساخِن. خُذْ نُقْطَةً من الغليسرينِ ٱلمُسَيَّلِ على طَرَفِ قَضيبٍ زُجاجيٍّ وضَعْه فَوقَ ٱلعَيِّنَة. ومِنَ السَّوائلِ الأُخرى التي تصلُحُ لغمْرِ العَيِّناتِ الزُّجاجُ المائيّ (وهو مَحلولٌ مركّزٌ من سيليكاتِ الصوديوم أو البوتاسيوم في الماء).

وَفي الشَّرائحِ ذاتِ المَركزِ ٱلمُجَوَّفِ الضَّحْلِ يُستعمَلُ غالباً مَحلولُ ٱلفورمالين لِغَمْرِ العيِّنات. ولإحكامِ سَدِّ الغطاءِ الزُّجاجي الرقيق على العَيِّنَةِ فوقَ الشَّريحة يُخَفَّضُ الغطاءُ بعِنايَةٍ بدءاً من أحدِ جوانبِه لطرْدِ جَميعِ الفُقّاعاتِ الهوائيَّة ثُمّ تُختَمُ جَوانِبُ الغطاءِ بصمغٍ أو بسمنتِ اللَّكّ لمنعِ تَبخُّرِ الفورمالين. وهكذا يبقى مَحلولُ الفورمالين يملأُ فَجوةَ الشَّريحةِ ويحفَظُ العيِّنَةَ مِنَ التَّلَف. وللحصولِ على شَرائحَ زائدةٍ الجَودَة اطْلِ جوانِبَ الغطاءِ الزُّجاجي باللَّكّ الأسود بفرشاةٍ دقيقةٍ بعدَ خَتْمِها بسمنتِ اللَّكّ.

وتُصْبَغُ بعضُ العيِّناتِ قَبلَ إعدادِها في شَرائحَ مِجْهَريّةٍ، وذلك لإبرازِ بَعضِ مَعالِمِها التي تتأثّرُ بالصِّباغِ بِشَكلٍ مُتَفاوِت. ولإتقانِ ذلِك لا بُدَّ منْ مَعرِفةٍ جَيِّدةٍ بأنواعِ الصِّباغِ المُلائمة وكَيفيَّةِ تأثيرِه في مُختلِفِ أجزاءِ العيِّنة.



عُصيّاتٌ بكتيرية

مُكوّراتٌ بكتيريّة

مُكوّراتٌ بكتيريّة عِقديّة

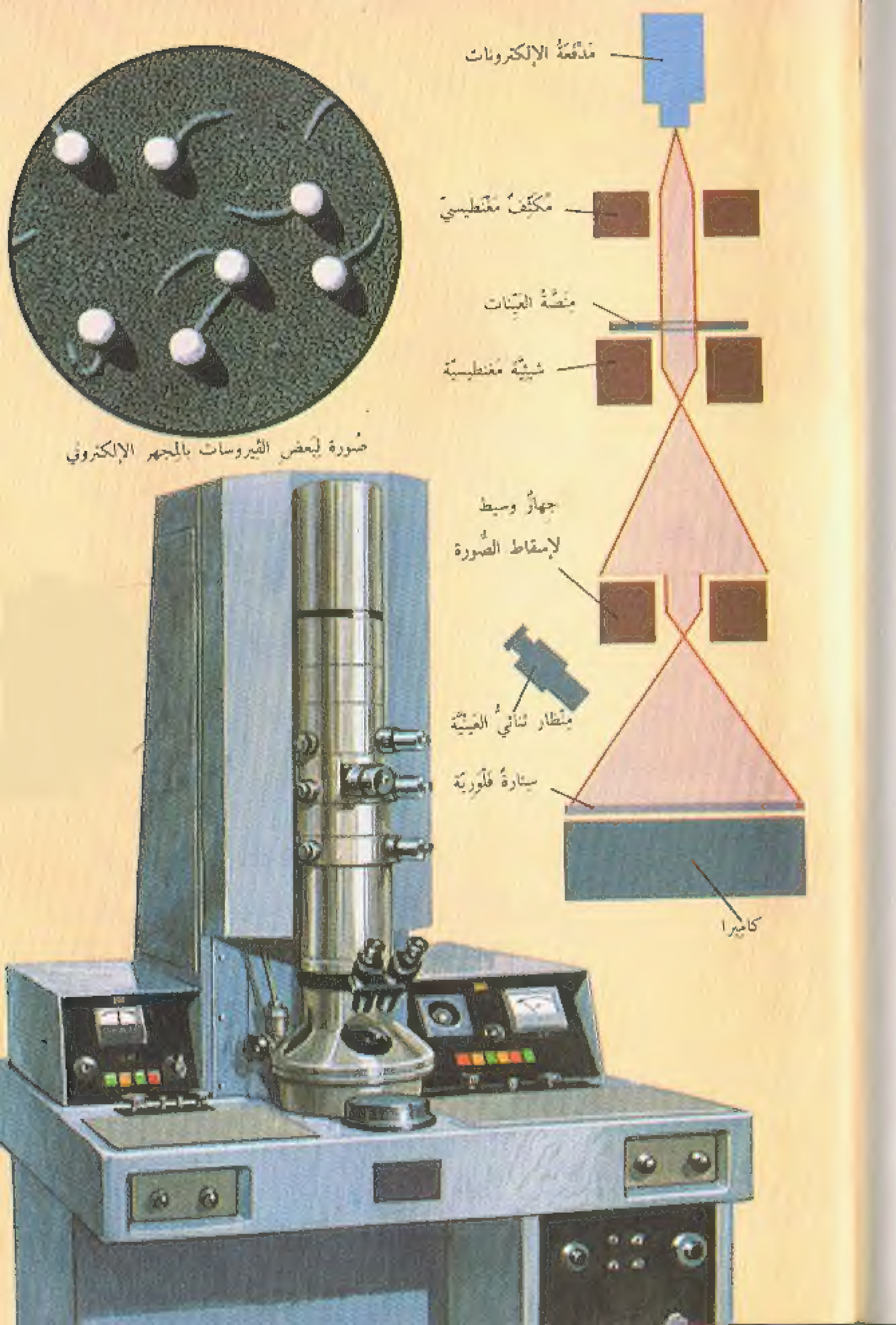
الميكروسكوبُ في خِدمَةِ ٱلطِّبّ

لَم يَنحَصِر ٱستِخدامُ ٱلمِجهَر بالطّبع في عُلَماء التاريخ الطبيعيّ ورُوّادِ عالَم ٱلمِجهريات بِغرائبه اللاّمَنظورة بل تَعدّاهُم إلى شتّى حُقولِ ٱلعِلمِ والمعرفة ، فأدّى ٱلمِجهَرُ أجَلَّ الخَدماتِ في دراسَةِ الصِّحّةِ وٱلمَرَض . تتكوَّنُ المادّةُ الحيَّةُ مِن عددٍ هائلٍ من الخلايا الدقيقة ، وبِمُقارنَةِ أوضاعِ هذه الخلايا في حالَتَي الصِّحة والمَرَض استَطاعَ العُلَماءُ والأطِباءُ اكتِشافَ الكثيرِ عَن أسبابِ المَرَض وتمكّنوا في كثيرٍ من الحالات (وليسَ كلّها مع الأسف) مِن مُعالَجتها وشفائها .

لَقد تَمَّ اكتِشافُ العَلاقَةِ بين ٱلمَرَض وٱلجراثيمِ الدقيقَةِ المُمْرِضَةِ مُنذُ حوالى قَرنٍ من الزّمان في مُختَبَرِ العالِمِ الفرنسي لويسْ باستُور (١٨٢٢–١٨٩٥) . وقَد كانَت ميكروسكوباتُ باستُور – مَثَلها مَثَلُ تِلِسكوبات غاليليو وغيره من العُلَماء الأولين – بدائيَّةً خَشِنَةَ الصُّنعِ بالمُقارَنةِ مع مَثيلاتِها في ٱلعَصر الحاضِر ، ومع ذلِكَ فإنَّ كُلَّ أبحاثِنا المُعاصِرة في مَجال التَّحصينِ وٱلتلقيح (أي ما يُعرَفُ حالِيّاً بالطِّبِّ الوقائي) ابتَدأت بإنجازات باستور وأعمالِه .

ومنْ رُوّادِ ٱلعامِلينَ في هذا الحَقلِ ٱلطبيبُ الألماني رُوبَرت كُوخ (١٨٤٣–١٩١٠) ٱلّذي تركَّزَت مُعظَم جُهودِهِ على مُعالَجة مَرَضِ الجَمْرةِ الخَبيثَةِ في الغَنَم . وقَد عَمِلَ لِفترَةٍ طويلَةٍ في حَظيرة بأحَدِ الحُقول دُونَ كَلَلٍ أو يأسٍ ، وَلَم يَكُنْ يَتوافَرُ لَه أيٌّ من ٱلمُعَدّاتِ الثمينة والآلاتِ الحديثةِ المُعَقّدة التركيب .

أمّا الڤيروساتُ (أو الحُمَوات) وَهي من أشَدِّ الكائناتِ الدقيقة الحيَّةِ صِغراً ، فهِيَ من الدِّقّةِ بحيثُ تعجزُ أقوى الميكروسكوباتِ ٱلعاديَّةِ (ٱلبَصَريَّة) عَن كَشْفِها . لكِنَّ بعضَ المَجاهِرِ الفائِقةِ ٱلقُوّة كالمِجهَر الإلكتروني قَد جاءت بِتغييراتٍ مُهِمّةٍ في هذا المجال .



صورة لبعض الفيروسات بالمجهر الإلكتروني

المِجْهَرُ الإلكتروني

تتكوَّنُ الصُّورةُ في المِجْهَر العاديّ (البَصَريّ) بأمواج الضَّوء وهي أمواجٌ قصيرة جدّاً، إذْ يتراوحُ طولُها بين ٠,٠٠٠٠٤ سنتيمتر للضَّوء البَنَفْسَجي «أقصرِ أمواج الطيف الضوئي» و ٠,٠٠٠٠٨ سنتيمتر لِلضَّوء الأحمر «أطولِ أمواجِ الطَّيف». وهكذا فإنَّ ٱلمِجْهَرَ العاديَّ عاجزٌ عن إظهارِ الأجسامِ الدقيقةِ جدّاً التي يَقِلُّ قُطرُها عن حدٍّ مُعيَّنٍ (هو طولُ المَوْجَةِ ٱلضَّوئيّة) مَهما حاولنا زيادة قُوّة التكبير فيه.

أمّا المِجْهَرُ الإلكترونيُّ فيَستخدِمُ تيّاراً من الجُسَيْمات الدقيقة السّالِبةِ التكهرُب تُسَمَّى ٱلإلكترونات بَدَلاً من الأمواج الضوئيّة. ولِلْمِجْهَرِ الإلكترونيِّ مَغْنَطيساتٌ قَويّةٌ تُوَجِّهُ تيّارَ الإلكترونات وتُرَكِّزُه في بُؤرةٍ تماماً كما تَفْعَلُ عَدَساتُ المِجْهَرِ البَصَريِّ في الحُزْمَةِ الضوئية. وباستِطاعةِ المِجْهَرِ الإلكترونيّ الكشفُ عَن أجسامٍ أدقَّ بكثيرٍ مِمّا يستطيعُه المِجْهَرُ العاديُّ وعَدَساتُه، وتَبلُغُ قُوّةُ تكبيره حوالى مِئَةِ ألفِ مَرّة. والعَيِّناتُ ٱلّتي تُعَدّ لِلْفَحص بالمِجْهَر الإلكترونيِّ يَنْبَغي ألاّ تَتَجاوزَ ثخانَتُها جُزْءاً من مليونِ جُزْءٍ منَ ٱلسَّنتيمتر، كما يَنْبَغي أنْ تُوضَعَ في فَراغٍ تامّ.

وهكذا تُلاحِظُ أنّ المِجْهَرَ الإلكترونيَّ هُوَ مِجْهَرٌ خاصٌّ بِبَعْضِ الأغراضِ العِلْمِيّةِ كَدِراسةِ ٱلبكتيريا (ٱلجَراثيم) والفَيْروسات (الحُمَوات) وٱلبِلّورات الدَّقيقة جدّاً التي تتألَّفُ منها المَعادن.

فهرسُ المحتويات

صفحة

سِلْسِلَةُ «كَيْفَ تَعْمَلُ»

١ – الكاميرا
٢ – السّيارة
٣ – التِلفون
٤ – التِلفزيون
٥ – الصّاروخ
٦ – الحاسبة الإلكترونيّة
٧ – الحَوّامَة
٨ – المِرْقَب (التِلِسكوب) والمِجْهَر (الميكروسكوب)
٩ – الطّائرة
١٠ – الآلات الزّراعيّة
١١ – الدّرّاجة النّاريّة
١٢ – القاطِرَة

Series 654 Arabic